



(51) 国際特許分類6 E02F 3/43	A1	(11) 国際公開番号 WO98/36131 (43) 国際公開日 1998年8月20日 (20.08.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/00559 (22) 国際出願日 1998年2月12日 (12.02.98) (30) 優先権データ 特願平9/29037 1997年2月13日 (13.02.97) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日立建機株式会社 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP] 〒100-0004 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 渡邊 洋 (WATANABE, Hiroshi) [JP/JP] 〒300-1236 茨城県牛久市田宮町1082番地66 Ibaraki, (JP) 藤島 一雄 (FUJISHIMA, Kazuo) [JP/JP] 〒315-0051 茨城県新治郡千代田町新治1828 千代田ハウス7-102 Ibaraki, (JP) 羽賀正和 (HAGA, Masakazu) [JP/JP] 〒315-0053 茨城県新治郡千代田町稲吉東五丁目9番8号 Ibaraki, (JP)	(74) 代理人 弁理士 春日 謙 (KASUGA, Yuzuru) 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町1-3 共同ビル(新小伝馬町)7階 Tokyo, (JP) (81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書	

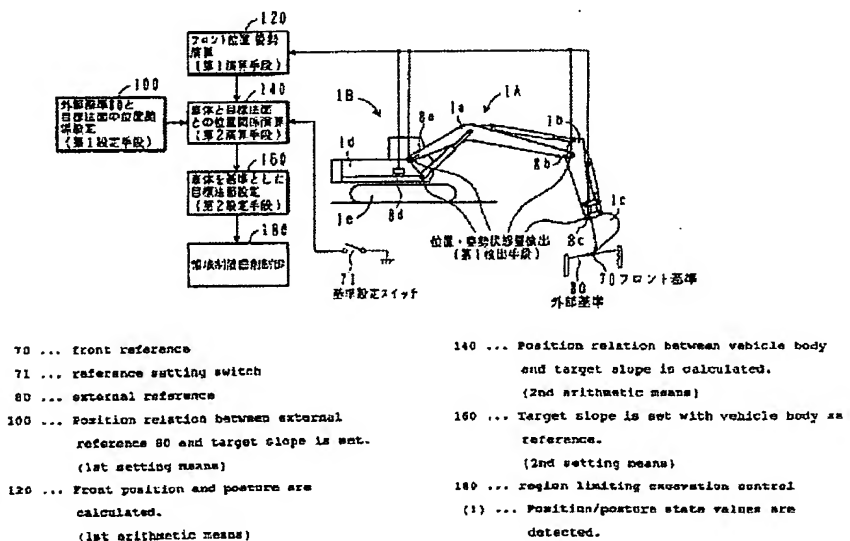
BEST AVAILABLE COPY

(54) Title: SLOPE EXCAVATION CONTROLLER OF HYDRAULIC SHOVEL, TARGET SLOPE SETTING DEVICE AND SLOPE EXCAVATION FORMING METHOD

(54) 発明の名称 油圧ショベルの法面掘削制御装置、目標法面設定装置及び法面掘削形成方法

(57) Abstract

An external reference (80) is set in a horizontal direction along the development direction of a target slope and the vertical distance h_{ry} and horizontal distance h_{rx} from the external reference to a reference point on the target slope and the angle θ_r of the target slope are set by an operation device (7). If a front reference (70) provided at the tip of a bucket is agreed with the external reference and an external reference setting switch (71) is pushed, a control unit (9) calculates the vertical distance h_{fy} and horizontal distance h_{fx} from the center O of a vehicle body to the external reference. By using those values as correction values, the vertical distance h_{sy} and horizontal distance h_{sx} from the center O of the vehicle body to the target slope are calculated and the target slope whose reference is the vehicle body 1B is set in accordance with these values and the angle inputted by a setting device and the region limiting excavation control is carried out accordingly. With this constitution, even if the position relation between the vehicle body and an existing slope is changed by the horizontal shift of the vehicle body, the slope can be excavated without difference in level.



(57) 要約

目標法面の進展方向に沿って水平な方向に外部基準80を設置し、操作器7により外部基準から目標法面上の基準点までの垂直距離 h_{ry} 、水平距離 h_{rx} 、目標法面の角度 θ_r を設定する。バケット先端に設けたフロント基準70を外部基準に一致させ外部基準設定スイッチ71を押すと、制御ユニット9は車体中心Oから外部基準までの垂直距離 h_{fy} 、水平距離 h_{fx} を演算し、これらを補正值として車体中心Oに対する目標法面の基準点の垂直距離 h_{sy} 、水平距離 h_{sx} を演算し、この値と設定器で入力した角度により車体1Bを基準とした目標法面を設定し、これで領域制限掘削制御を行う。これにより、車体の横方向の移動により車体と既設の斜面との位置関係が変化しても、段差無く法面を掘削形成できる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード (参考情報)

AL	アルバニア	FR	フランス	LT	リトアニア	NZ	ニュージーランド
AM	アルメニア	GB	イギリス	LV	ラトヴィア	SD	スーダン
AT	オーストリア	DE	ドイツ	MC	モナコ	SG	シンガポール
AZ	アゼルバイジャン	EE	エストニア	MD	モルドバ	SI	スロベニア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	FI	フィンランド	MG	マダガスカル	SK	スロバキア
BB	バハマ	GA	ガボン	MX	メキシコ	SL	シエラレオネ
BE	ベルギー	GR	ギリシャ				
BF	ブルキナファソ	GU	グアム	ML	マリ		
BG	ブルガリア	HN	ホンデュラス	MN	モンゴル		
BJ	ベナン	IE	アイルランド	MR	モーリタニア		
BM	バミューダ	IT	イタリア	MX	メキシコ		
BN	ブルネイ	JP	日本	NE	ニジェール		
BO	ボリビア	KE	ケニア	NL	オランダ		
BR	ブラジル	KR	韓国	NO	ノルウェー		
BS	バハマ	LA	ラオス	NZ	ニュージーランド		
BT	ブータン	LC	セント・ルシア	PT	ポルトガル		
BV	ブービヤ	LI	リヒテンシュタイン	RU	ロシア		
BW	ボツワナ	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン		
BY	ベラルーシ	LV	ラトヴィア	SI	スロベニア		
BZ	ベリーズ	LT	リトアニア	SK	スロバキア		
CA	カナダ	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ		
CC	ココス (キリング) 諸島	LV	ラトヴィア				
CD	コンゴ民主共和国	MC	モナコ				
CF	中央アフリカ共和国	MD	モルドバ				
CG	コンゴ共和国	ME	モンテネグロ				
CH	スイス	MG	マダガスカル				
CI	コートジボワール	MK	マケドニア				
CK	クック	ML	マリ				
CL	チリ	MN	モンゴル				
CM	コンゴ民主共和国	MR	モーリタニア				
CN	中国	MT	マルタ				
CO	コロンビア	MU	モリシャス				
CZ	チェコ	MV	モルディブ				
DE	ドイツ	MW	マラウイ				
DK	デンマーク	MY	マレーシア				
EE	エストニア	MZ	モザンビーク				
EG	エジプト	NA	ナミビア				
		NC	ニューカレドニア				
		NE	ニジェール				
		NF	ノーフォーク				
		NI	ナイジェリア				
		NL	オランダ				
		NO	ノルウェー				
		NP	ネパール				
		NR	ナウル				
		NU	ニュージーランド				
		NZ	ニュージーランド				
		OM	オマーン				
		PA	パナマ				
		PE	ペルー				
		PF	フランス領ポリネシア				
		PG	パプアニューギニア				
		PH	フィリピン				
		PK	パキスタン				
		PL	ポーランド				
		PM	サンピエール・ミクロン				
		PY	パラグアイ				
		QA	カタール				
		RE	レユニオン				
		RO	ルーマニア				
		RU	ロシア				
		SA	サウジアラビア				
		SB	ソロモン				
		SC	セーシェル				
		SD	スーダン				
		SE	スウェーデン				
		SI	スロベニア				
		SK	スロバキア				
		SL	シエラレオネ				
		SM	サンマリノ				
		SN	セネガル				
		SO	ソマリア				
		SR	スリナム				
		SS	南スーダン				
		ST	サント・ペー・プリンチー				
		SV	エルサルバドル				
		SY	シリア				
		SZ	スワジランド				
		TD	チャド				
		TF	フランス領南方・極地				
		TG	トーゴ				
		TH	タイ				
		TJ	タジキスタン				
		TK	ターキスマン				
		TL	東ティモール				
		TM	トルクメニスタン				
		TN	チュニジア				
		TO	トンガ				
		TR	トルコ				
		TT	トリニダード・トバゴ				
		TU	トルクメニスタン				
		TV	ツバル				
		TW	台湾				
		TY	タイ				
		UZ	ウズベキスタン				
		VA	バチカン				
		VC	セント・ビンセント				
		VE	ベネズエラ				
		VG	ヴァージン諸島				
		VI	ヴァージン諸島				
		VN	ベトナム				
		VU	バヌアツ				
		WF	フランス領ポリネシア				
		WS	サモア				
		YE	イエメン				
		YT	マダガスカル				
		ZA	南アフリカ				
		ZD	ジブチ				
		ZM	ザンビア				
		ZW	ジンバブエ				

明細書

油圧ショベルの法面掘削制御装置、目標法面設定装置及び法面掘削形成方法

技術分野

本発明は油圧ショベルの法面掘削制御装置、目標法面設定装置及び油圧ショベルを用いた法面掘削形成方法に係わり、特に、フロント装置が予め設定した目標掘削面に近づくとフロント装置が目標掘削面に沿って動くよう領域制限掘削制御を行い、目標掘削面を掘削する油圧ショベルの法面掘削制御装置、目標法面設定装置及びその油圧ショベルを用いた法面掘削形成方法に関する。

背景技術

建設機械の代表例として、油圧ショベルがある。油圧ショベルでは、フロント装置を構成するブーム、アームなどのフロント部材を、それぞれの手動操作レバーによって操作しているが、それぞれが関節部によって連結され回動運動を行うものであるため、これらフロント部材を操作して所定の領域、特に直線状に設定された領域を掘削することは非常に困難な作業であり、自動化が望まれている。そこで、このような作業を自動化して行うための種々の提案がなされている。

例えば、国際公開公報WO 95/30059号公報には、車体基準で掘削可能領域を設定し、フロント装置の一部、例えば、バケットが掘削可能領域の境界に近づくと、バケットの当該境界に向かう方向の動きのみを減速し、バケットが掘削可能領域の境界に達すると、バケットは掘削可能領域の外には出ないが掘削可能領域の境界に沿っては動けるようにしている。

また、そのような作業を自動化して行う場合、車体が移動すると作業現場の地形の変化で油圧ショベル自身の姿勢、高さが変化し、車体基準で設定していた領域を車体が移動するごとに設定し直さなくてはならない。そこで、このような不具合を解決するための自動掘削方法が特開平3-295933号公報に提案されている。この自動掘削方法では、掘削地表面に設置したレーザ発振器のレーザ光により車体に設置したセンサにて車体の高さを検出し、その検出した車体高さに

基づいて掘削深さ（前者の例の制限領域に相当する）を決定して車体を停止した状態で所定長さだけ直線掘削し、その後に車体を所定距離走行させて停止状態で再び直線掘削する際に前記レーザ光により車体高さ変位量を検出し、その高さ変位量によって掘削深さを補正するようにしている。

更に、レーザ光を用いて掘削深さを補正する他の自動掘削方法として米国特許 4, 829, 418号に提案のものがある。この自動掘削方法では、レーザ光を基準として所望の掘削深さ（HTTRGT）を設定し、アームにレーザ受光器を取り付け、掘削中にレーザ受光器がレーザ光を検知する瞬間に、レーザ光からフロント装置のバケット刃先までの距離（HTACT）を計算し、HTTRGTとHTACTを比較してバケット刃先が所望の掘削深さ付近で動くよう関連するアクチュエータを制御している。

発明の開示

油圧ショベルの作業には法面掘削作業がある。例えば、河川の護岸工事や道路側壁工事のように河川、道路に沿って長い距離の斜面（法面）を作る作業である。この作業では、油圧ショベルは河川又は道路に平行に走行できる姿勢をとり、バケット幅で掘削可能な斜面を作る毎に、車体を既設の斜面に対し横方向（河川又は道路に平行な方向）に移動させて行く。これを続けることで長い距離の斜面（法面）を形作っていく。

ところで、このような法面の掘削を自動で行う場合、国際公開公報WO 95 / 30059号公報に記載のように形成したい法面（目標法面）を車体基準で設定すると、車体の横移動に伴って走行する地面の高低差、走行時の曲がりなどで車体と既設の斜面との位置関係が変化し、斜面間に段差ができてしまう。

また、特開平3-295933号公報や米国特許4, 829, 418号に示された方法で法面を掘削した場合は、車体の横移動により車体と既設の斜面との位置関係が変化しても、既設の斜面に対する車体の高さ方向の変化は補正できるが、前後方向の変化は補正できず、車体と既設の斜面との位置関係が前後方向にズレてしまい、やはり斜面間に段差ができてしまう。

本発明の目的は、車体の横方向の移動により車体と既設の斜面との位置関係が

変化しても、段差無く法面を掘削形成できる油圧ショベルの法面掘削制御装置、目標法面設定装置及び油圧ショベルを用いた法面掘削形成方法を提供することである。

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、多関節型のフロント装置を構成する上下方向に回動可能な複数のフロント部材と、前記フロント装置を支持する車体とを備えた油圧ショベルの法面掘削制御装置であって、前記フロント装置により掘削すべき目標掘削面を設定する掘削面設定手段を有し、前記フロント装置が前記目標掘削面に近づくとフロント装置が目標掘削面に沿って動くよう領域制限掘削制御を行い、目標掘削面位置を掘削する油圧ショベルの法面掘削制御装置において、前記掘削面設定手段は、(a) 前記フロント装置に備えられ、目標法面の進展方向に沿って設置された外部基準に前記フロント装置を合わせる目標となるフロント基準と；(b) 前記フロント装置の位置と姿勢に関する状態量を検出する検出手段と；(c) 前記検出手段の信号に基づき前記車体を基準としたフロント装置の位置と姿勢を演算する第1演算手段と；(d) 前記外部基準と目標法面との位置関係を設定する第1設定手段と；(e) 前記フロント基準が前記外部基準と一致したときに操作される外部基準設定スイッチと；(g) 前記外部基準設定スイッチが操作されたときの前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき前記車体と前記外部基準との位置関係を演算し、この車体と外部基準との位置関係と前記第1設定手段で設定した外部基準と目標法面との位置関係とから前記車体と目標法面との位置関係を演算する第2演算手段と；(h) 前記第2演算手段で演算した車体と目標法面との位置関係により、前記目標法面を車体を基準とした位置関係で設定し、前記目標掘削面とする第2設定手段と；を備えるものとする。

以上のように構成した本発明においては、フロント基準が外部基準と一致し、外部基準設定スイッチが操作されたときに、第2演算手段にて第1設定手段で設定した外部基準と目標法面の位置関係を補正して車体と目標法面の位置関係を演算し、第2設定手段で車体を基準とした位置関係で目標法面を設定するため、車体の横方向の移動により既設の斜面に対し車体の高さが変化しても、その高さ変化を毎回補正して掘削作業が行える。また、外部基準として目標法面の進展方向

に沿って設置されたものを用い、この外部基準にフロント基準が一致したときに上記の計算をし、目標法面を設定するため、車体の横方向の移動により既設の法面に対し車体の前後方向の位置が変化しても、この前後方向の位置の変化も毎回補正して掘削作業が行える。このため、車体の横移動により車体と既設の斜面との位置関係が変化しても、段差無く法面を掘削形成できる。

(2) 上記(1)において、好ましくは、前記第1設定手段は、前記外部基準と目標法面との位置関係として、前記外部基準から目標法面上の基準点までの垂直方向の距離及び水平方向の距離と、目標法面の角度情報を設定する手段である。

(3) また、上記(1)において、好ましくは、前記第1設定手段は、設定器により入力されたデータを基に前記外部基準と目標法面との位置関係を設定する手段である。

これにより、設定器の操作で外部基準と目標法面との位置関係の全てを設定できる。

(4) 更に、上記(1)において、好ましくは、前記第1設定手段は、前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき、前記フロント装置の先端を目標法面上の基準点に合わせたときの前記フロント装置の先端の位置を演算する手段と、前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき、前記フロント基準を前記外部基準に合わせたときの前記フロント基準の位置を演算する手段と、前記フロント装置の先端位置と前記フロント基準の位置とから前記外部基準と目標法面上の基準点との位置関係を演算する手段と、この演算で求めた位置関係と設定器により入力された角度データを記憶する手段とを含む。

これにより、ダイレクトティーチングにより角度データ以外について外部基準と目標法面との位置関係を設定できる。

(5) また、上記(1)において、前記第1設定手段は、前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき、前記フロント装置の先端を目標法面上の第1基準点に合わせたときの前記フロント装置の先端の位置と、前記フロント装置の先端を目標法面上の第2基準点に合わせたときの前記フロント装置の先端の位置とを演算する手段と、前記第1及び第2基準点での前記フロ

ント装置の先端位置から目標法面の角度情報を演算する手段と、前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき、前記フロント基準を前記外部基準に合わせたときの前記フロント基準の位置を演算する手段と、前記フロント装置の先端位置と前記フロント基準の位置とから前記外部基準と目標法面上の第1及び第2基準点のいずれか一方との位置関係を演算する手段と、この演算で求めた位置関係と前記角度情報を記憶する手段とを含む構成であっても良い。

これにより、ダイレクトティーチングにより角度データも含め外部基準と目標法面との位置関係を設定できる。

(6) また、上記目的を達成するために、本発明は、多関節型のフロント装置を構成する上下方向に回動可能な複数のフロント部材と、前記フロント装置を支持する車体とを備え、前記フロント装置が予め設定した目標掘削面に近づくとフロント装置がその目標掘削面に沿って動くよう領域制限掘削制御を行い、目標掘削面位置を掘削する油圧ショベルの目標法面設定装置において、(a) 目標法面の進展方向に沿って設置された外部基準と；(b) 前記フロント装置に備えられ、前記外部基準に前記フロント装置を合わせる目標となるフロント基準と；(c) 前記フロント装置の位置と姿勢に関する状態量を検出する検出手段と；(d) 前記検出手段の信号に基づき前記車体を基準としたフロント装置の位置と姿勢を演算する第1演算手段と；(e) 前記外部基準と前記目標法面との位置関係を設定する第1設定手段と；(f) 前記フロント基準が前記外部基準と一致したときに操作される外部基準設定スイッチと；(g) 前記外部基準設定スイッチが操作されたときの前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき前記車体と前記外部基準との位置関係を演算し、この車体と外部基準との位置関係と前記第1設定手段で設定した外部基準と目標法面との位置関係とから前記車体と目標法面との位置関係を演算する第2演算手段と；(h) 前記第2演算手段で演算した車体と目標法面との位置関係により、前記目標法面を車体を基準とした位置関係で設定し、前記目標掘削面とする第2設定手段と；を備えるものとする。

このような目標法面設定装置を用い、フロント装置が目標掘削面に近づくとフ

ロント装置が目標掘削面に沿って動くよう領域制限掘削制御を行えば、上記（１）で述べたように、車体の横移動により車体と既設の斜面との位置関係が変化しても、段差無く法面を掘削形成できる。

（７）上記（６）において、例えば、前記外部基準は、目標法面の進展方向に沿って張り渡した水系である。

（８）また、上記（６）において、前記外部基準は、目標法面の進展方向に沿って並置した複数のクイであってもよい。

（９）更に、上記（６）において、前記外部基準は、目標法面の進展方向に沿って投射したレーザ光であってもよい。

（１０）また、上記目的を達成するために、本発明は、多関節型のフロント装置を構成する上下方向に回動可能な複数のフロント部材と、前記フロント装置を支持する車体とを備え、前記フロント装置が予め設定した目標掘削面に近づくとフロント装置が目標掘削面に沿って動くよう領域制限掘削制御を行い、目標掘削面位置を掘削する油圧ショベルを用いた法面掘削形成方法において、（ａ）目標法面の進展方向に沿って外部基準を設置すること；（ｂ）前記外部基準と前記目標法面との位置関係を設定すること；（ｃ）前記フロント装置に設けたフロント基準を前記外部基準に合わせ、前記車体と前記外部基準との位置関係を演算し、この車体と外部基準との位置関係と前記外部基準と目標法面との位置関係とから前記車体と目標法面との位置関係を演算し、この車体と目標法面との位置関係により、前記目標法面を車体を基準とした位置関係で設定し、前記目標掘削面とすること；（ｄ）油圧ショベルの現在の車体位置で前記領域制限掘削制御により前記目標法面位置に斜面を掘削形成すること；（ｅ）油圧ショベルの車体を前記（ｄ）で掘削した斜面に対し横方向に移動すること；（ｆ）上記（ｃ）及び（ｄ）と同じ手順を横方向に移動後の車体位置で実施すること；（ｇ）上記（ｅ）及び（ｆ）の手順を繰り返し実施することとする。

このような法面掘削形成方法により、上記（１）で述べたように、車体の横移動により車体と既設の斜面との位置関係が変化しても、段差無く法面を掘削形成できる。

（１１）上記（１０）において、好ましくは、前記油圧ショベルの車体はフロン

ト装置を支持する上部旋回体と、この上部旋回体を旋回可能に搭載する下部走行体を有し、前記（d）の斜面の掘削形成に際しては、前記下部走行体を前記目標方面の進展方向に平行に向けた姿勢で掘削形成を行い、前記（e）の車体の横方向移動に際しては、前記下部走行体を前記（d）と同じ姿勢で走行させることにより横方向移動を行う。

（12）また、上記（10）において、前記油圧ショベルの車体はフロント装置を支持する上部旋回体と、この上部旋回体を旋回可能に搭載する下部走行体を有し、前記（d）の斜面の掘削形成に際しては、前記下部走行体を前記目標方面の進展方向に交差する方向に向けた姿勢で掘削形成を行い、前記（e）の車体の横方向移動に際しては、前記下部走行体を前記（d）と同じ姿勢で前進及び後進を繰り返して幅方向移動を行うことにより横方向移動を行ってもよい。

（13）更に、上記（10）において、前記（a）の外部基準の設置に際して、前記目標法面が進展方向に屈曲している場合は、その屈曲した目標平面の進展方向に沿って外部基準も屈曲して設置する。

このように外部基準の設置方向を調整することで形成しようとする法面の方向を地形に合わせて自由に設定できる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施形態による油圧ショベルの法面掘削制御装置を油圧駆動装置と共に示す図である。

図2は、本発明が適用された油圧ショベルの外観と外部基準の一例及び法面の掘削状況の一例を示す図である。

図3は、設定器の外観を示す図である。

図4は、外部基準の他の例を示す図2と同様な図である。

図5は、外部基準の更に他の例を示す図2と同様な図である。

図6は、法面の掘削状況の他の例を示す図2と同様な図である。

図7は、掘削したい法面が進展方向に一平面でなく、屈曲している場合の一例を示す図である。

図8は、第1の実施形態による目標法面の設定原理を示す説明図である。

図 9 は、第 1 の実施形態による法面掘削制御装置の全体構成を示す概念図である。

図 10 は、第 1 の実施形態の第 2 演算手段及び第 2 設定手段の処理フローを示す図である。

図 11 は、制御ユニットの全体の制御機能を示す機能ブロック図である。

図 12 は、領域制限掘削制御においてバケットの先端が演算通りに方向変換制御されたときの軌跡の一例を示す図である。

図 13 は、領域制限掘削制御においてバケットの先端が演算通りに復元制御されたときの軌跡の一例を示す図である。

図 14 は、目標法面を設定したときの最初の設定時とその後の移動時の関係を示す図である。

図 15 は、本発明の第 2 の実施形態による目標法面の設定原理を示す説明図である。

図 16 は、第 2 の実施形態の第 1 設定手段の処理フローを示す図である。

図 17 は、本発明の第 3 の実施形態による目標法面の設定原理を示す説明図である。

図 18 は、第 3 の実施形態の第 1 設定手段の処理フローを示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。

まず、本発明の第 1 の実施形態を図 1～図 12 により説明する。

図 1 において、本発明に係わる油圧ショベルは、油圧ポンプ 2 と、この油圧ポンプ 2 からの圧油により駆動されるブームシリンダ 3 a、アームシリンダ 3 b、バケットシリンダ 3 c、旋回モータ 3 d 及び左右の走行モータ 3 e、3 f を含む複数の油圧アクチュエータと、これら油圧アクチュエータ 3 a～3 f のそれぞれに対応して設けられた複数の操作レバー装置 4 a～4 f と、油圧ポンプ 2 と複数の油圧アクチュエータ 3 a～3 f 間に接続され、油圧アクチュエータ 3 a～3 f に供給される圧油の流量を制御する複数の流量制御弁 5 a～5 f と、油圧ポンプ 2 と流量制御弁 5 a～5 f の間の圧力が設定値以上になった場合に開くリリーフ

弁6とを有している。

また、油圧ショベルは、図2に示すように、垂直方向にそれぞれ回転するブーム1 a、アーム1 b及びバケット1 cからなる多関節型のフロント装置1 Aと、このフロント装置1 Aを支持する上部旋回体1 d及びこの上部旋回体1 dを旋回可能に搭載する下部走行体1 eからなる車体1 Bとで構成され、フロント装置1 Aのブーム1 aの基端は上部旋回体1 dの前部に支持されている。ブーム1 a、アーム1 b、バケット1 c、上部旋回体1 d及び下部走行体1 eはそれぞれブームシリンダ3 a、アームシリンダ3 b、バケットシリンダ3 c、旋回モータ3 d及び左右の走行モータ3 e、3 fによりそれぞれ駆動される被駆動部材を構成し、それらの動作は上記操作レバー装置4 a～4 fにより指示される。

図1に戻り、操作レバー装置4 a～4 fはパイロット圧により対応する流量制御弁5 a～5 fを駆動する油圧パイロット方式であり、それぞれ、オペレータにより操作される操作レバー4 0と、操作レバー4 0の操作量と操作方向に応じたパイロット圧を生成する1対の減圧弁（図示せず）とにより構成され、各減圧弁の一次ポートはパイロットポンプ4 3に接続され、二次ポートはパイロットライン4 4 a、4 4 b；4 5 a、4 5 b；4 6 a、4 6 b；4 7 a、4 7 b；4 8 a、4 8 b；4 9 a、4 9 bを介して対応する流量制御弁の油圧駆動部5 0 a、5 0 b；5 1 a、5 1 b；5 2 a、5 2 b；5 3 a、5 3 b；5 4 a、5 4 b；5 5 a、5 5 bに接続されている。

以上のような油圧ショベルに本発明の法面掘削制御装置が設けられている。この装置は、目標掘削面の設定を指示する設定器7と、ブーム1 a、アーム1 b及びバケット1 cのそれぞれの回転支点到に設けられ、フロント装置1 Aの位置と姿勢に関する状態量としてそれぞれの回転角を検出する角度計8 a、8 b、8 cと、車体1 Bの前後方向の傾斜角 θ を検出する傾斜計8 dと、ブーム用及びアーム用の操作レバー装置4 a、4 bのパイロットライン4 4 a、4 4 b；4 5 a、4 5 bに設けられ、操作レバー装置4 a、4 bからのパイロット圧を検出する圧力検出器6 0 a、6 0 b；6 1 a、6 1 bと、バケット1 cの先端（爪先）に設けられたフロント基準7 0と、フロント装置1 Aを操作してフロント基準7 0が外部基準8 0（後述）に一致したときに押される外部基準設定スイッチ7 1と、設定

器 7 の設定信号、角度計 8 a, 8 b, 8 c 及び傾斜計 8 d の検出信号、圧力検出器 60 a, 60 b ; 61 a, 61 b の検出信号、及び外部基準設定スイッチ 71 の操作信号を入力し、油圧ショベルの目標掘削面として目標とする法面（以下、目標法面という）を設定すると共に、領域制限掘削制御を行うための電気信号を出力する制御ユニット 9 と、前記電気信号により駆動される比例電磁弁 10 a, 10 b, 11 a, 11 b と、シャトル弁 12 とで構成されている。

シャトル弁 12 はパイロットライン 44 a に設置され、パイロットライン 44 a 内のパイロット圧と比例電磁弁 10 a から出力される制御圧の高圧側を選択し、流量制御弁 5 a の油圧駆動部 50 a に導く。比例電磁弁 10 b, 11 a, 11 b はそれぞれパイロットライン 44 b, 45 a, 45 b に設置され、それぞれの電気信号に応じてパイロットライン内のパイロット圧を減圧して出力する。

また、油圧ショベルの外部には、目標掘削面を設定するときの基準位置を示す外部基準 80 が設けられる。本発明では、目標掘削面として法面を設定するので、外部基準 80 は目標法面の進展方向に沿って設置される。

以上において、設定器 7、フロント基準 70、外部基準設定スイッチ 71、角度計 8 a, 8 b, 8 c 及び傾斜計 8 d と、外部基準 80 と、制御ユニット 9 の下記する機能は目標法面設定装置を構成する。

設定器 7 は、図 3 に示すように、目標法面上の基準点の垂直距離、水平距離、角度（後述）のいずれを設定するかを切り換える切換スイッチ 7 c、目標法面上の基準点の垂直距離、水平距離、角度を入力するためのアップダウンボタン 7 a, 7 b、入力した垂直距離、水平距離、角度を表示する表示装置 7 e 及び入力した垂直距離、水平距離、角度を設定信号として制御ユニット 9 に出力し、目標法面の設定を指示する設定スイッチ 7 f とで構成されている。なお、設定器 7 のボタン類は適当な操作レバーのグリップ上に設けてもよい。また、IC カードによる方法、バーコードによる方法、無線通信による方法等、他の方法を用いてもよい。

外部基準 80 は、例えば図 2 に示すように目標法面の進展方向に沿ってクイ 80 a に水平に張り渡した水系である。水系 80 は工事現場で基準を示すために良く使用されるものである。図 4 に示すように、外部基準は目標法面の進展方向に沿って設置された単なるクイ 81 等、油圧ショベルのオペレータから確認の取れ

るものであれば何でも良い。

フロント基準70は、図2に示すようにフロント装置1Aのバケット1cの爪先に設定されている。なお、フロント基準はバケット1cの爪先に設定するのが好ましいが、外部基準との一致を確認し易く、一定の決められた場所であれば、フロント装置1Aの他の箇所でも良い。

外部基準設定スイッチ71は、上記の場合、フロント装置1Aを動かして外部基準80である水系にフロント基準70が一致した位置で操作されるもので、この操作により外部基準80の位置が検出され、油圧ショベルの車体1Bと外部基準80との位置関係（車体に対する外部基準80の位置）が演算設定される（後述）。

なお、図5に示すように、外部基準として、工事現場の測量などで使用しスポット状のレーザ光84を投射するレーザ基準光発生器（レーザ燈台）82を使用し、フロント基準70にそのレーザ光84を検出するレーザ検出器83を使用しても良い。この場合、レーザ燈台82はレーザ光84が目標法面の進展方向に沿って水平に投射されるように設置される。また、レーザ光84が法面中位の位置に位置するようにレーザ燈台82を設置するのが便利であり、レーザ燈台82のレーザ光84をレーザ検出器83が検出したときにランプを点灯させ、オペレータがこのランプの点灯を確認して外部基準設定スイッチ71を操作することで同等の機能が果たせる。

また、図4、図5では、車体を法面の上方に置き、バケットを下方より掻き上げる方法で法面を工事する例を示したが、図6に示すように、車体を法面の下方に置き、バケットを上方より掻き降ろす方法で法面を工事しても良い。この場合、図6では、外部基準である水系80を法面上方に設置しているが、これを下方に設置したり、レーザスポット光を使用する場合には、上記のように法面中位に設置しても良い。

更に、実際の施工現場では、掘削したい法面が進展方向に一平面でなく、屈曲している場合がある。図7にその一例を示す。この例は、川沿いに位置する土手に法面を形成する場合のものである。川のカーブに対応して土手もカーブしており、掘削しようとする法面も土手のカーブに合わせて進展方向に屈曲させる必要

がある。このように目標法面を屈曲させる場合は、その屈曲した目標法面の進展方向に沿って外部基準 80 も屈曲して設置する。外部基準 80 が水系の場合は、図示のように適当な屈曲部を選んでクイ 80 a を打ち込み、水系を張り渡せばよい。

また、アーム 1 b、ブーム 1 a にフロント基準を設定する場合、目標法面の設定演算に際して車体の製作公差の影響をできるだけ少なくするには、フロント基準 70 は作業に支障ない程度にできるだけバケット 1 c の先端近くに設置され、実際に土に作用するバケット 1 c の先端の近いところで外部基準 80 と一致させるようにすることが望ましい。外部基準設定スイッチ 71 は設定器 7 の中に組み込んで良い。

制御ユニット 9 は、上記の設定器 7 の設定信号と、外部基準設定スイッチ 71、角度計 8 a, 8 b, 8 c 及び傾斜計 8 d の検出信号を用いて目標法面を設定する。この制御ユニット 9 による目標法面の設定方法及び制御ユニット 9 の処理機能の概要を図 8 及び図 9 を用いて説明する。

目標法面の設定に際しては、まず、図 2 及び図 8 に示すように、油圧ショベル本体の外部に外部基準 80 として、上記のように例えば水系を目標法面の進展方向に沿って水平に設置する。

次に、オペレータは操作器 7 を用いて外部基準 80 から設定したい目標法面の基準点 P s までの垂直距離 h_{ry} 、水平距離 h_{rx} 及び目標法面の水平に対する角度 θ_r を入力し、これらの垂直距離 h_{ry} 、水平距離 h_{rx} 及び角度 θ_r により外部基準 80 と目標法面との位置関係を設定する。すなわち、外部基準 80 を基準とした位置関係で目標法面を設定する。この設定は図 9 に示す制御ユニット 9 の第 1 設定手段 100 の処理機能により行われる。

第 1 設定手段 100 における外部基準 80 から目標法面の基準点までの垂直距離、水平距離、角度の設定は、予め外部基準の設置場所を決めておき、施行図などから目標法面上の基準点までの垂直距離、水平距離、角度を求めておく。その数値を設定器 7 の切り替えスイッチ 7 c 及びボタン 7 a, 7 b を用いて入力する。その数値を表示器 7 e で確認すると領域設定スイッチ 7 f を押して確定する。制御装置 9 は設定スイッチ 7 f が押されたことを判定すると、それらの垂直距離、

水平距離、角度を h_{ry} 、 h_{rx} 、 θ_r として記憶する。

次に、現在の油圧ショベルの車体位置を基準とした位置関係で目標法面を設定する。このために、まずオペレータがフロント装置1 Aを動かして、フロント装置1 Aのバケット1 cの爪先に設定されたフロント基準7 0を外部基準8 0に一致させ、オペレータが外部基準設定スイッチ7 1を操作する。ここで、フロント装置1 Aを動かしているとき、図9に示す第1演算手段1 2 0の処理機能により角度計8 a、8 b、8 c及び傾斜計8 dの信号に基づき制御ユニット9内でフロント装置1 Aの位置と姿勢が演算されており、フロント装置1 Aのバケット1 cの爪先に設定されたフロント基準7 0が外部基準8 0に一致し、オペレータにより外部基準設定スイッチ7 1が操作されると、第1演算手段1 2 0から得られるそのときのフロント装置1 Aの位置と姿勢の情報に基づき、図9に示す第2演算手段1 4 0の処理機能により車体1 Bと外部基準8 0との位置関係として車体中心Oから外部基準8 0までの高さ h_{fy} と水平距離 h_{fx} が演算され、更にこの高さ h_{fy} と水平距離 h_{fx} を補正值として、先に設定した垂直距離 h_{ry} 及び水平距離 h_{rx} （外部基準8 0と掘削領域の位置関係）から車体中心Oに対する目標法面の基準点P sの垂直距離 h_{sy} 及び水平距離 h_{sx} を演算する。そして、図9に示す第2設定手段1 6 0の処理機能により、垂直距離 h_{sy} 及び水平距離 h_{sx} と設定器7で入力した角度 θ_r を油圧ショベルの車体1 Bを基準とした目標法面として設定する。

第2演算手段1 4 0及び第2設定手段1 6 0における車体と目標法面との位置関係を設定する機能の詳細を図1 0に処理フローで示す。

まず、破線で囲んだ部分で示すように、オペレータが操作レバー4 0（図1参照）を操作してフロント装置1 Aを動かし、フロント基準点7 0を外部基準8 0に一致させる。そして、処理1 4 1においてオペレータにより外部基準設定スイッチ7 1が押されたかどうかを判定する。押されていない場合は目標法面の設定を変えずに設定処理を終了する。処理1 4 1において外部基準設定スイッチ7 1が押されたと判定されると処理1 4 2へ行く。

処理1 4 2ではフロント装置1 Aに備えられた角度計8 a、8 b、8 c及び傾斜計8 dによりブーム1 a、アーム1 b、バケットの角度 α 、 β 、 γ 及び車体1

Bの傾斜角 θ を読み込む。次に処理143においてブーム、アーム、バケットの角度 α 、 β 、 γ 及び傾斜角 θ を用いて外部基準設定スイッチ71が押されたとき（フロント基準点70が外部基準80に一致したとき）の車体中心Oからフロント基準70までの垂直距離 hfy 、水平距離 hfx を演算する。

演算はまず次の（2）、（3）式により車体中心Oからブームとアームの接合点（アーム角度計8bの設置点）P1の垂直距離 hby 、水平距離 hbx を求める。

$$hby = L1 \times \cos(\alpha - \theta) \quad \dots (2)$$

$$hbx = L1 \times \sin(\alpha - \theta) \quad \dots (3)$$

上記（2）、（3）式において、 $L1$ はブーム1aと車体1Bの接合点（ブーム角度計8aの設置点）、即ち車体中心Oとブームとアームの接合点P1との距離であり、この値は既知であり、予め制御ユニット9に記憶しておく。

次にブームとアームの接合点P1からアームとバケットの接合点P2までの垂直距離 hay と水平距離 hax を次の（4）、（5）式により求める。

$$hay = L2 \times \cos((\alpha - \theta) + \beta) \quad \dots (4)$$

$$hax = L2 \times \sin((\alpha - \theta) + \beta) \quad \dots (5)$$

上記（4）、（5）式において $L2$ がブームとアームの接合点P1からアームとバケットの接合点P2までの長さであり、予め制御ユニット9に記憶しておく。

次にアームとバケットの接合点P2からバケット爪先P3点までの垂直距離 hcy と水平距離 hcx を次の（6）、（7）式により求める。

$$hcy = L3 \times \cos((\alpha - \theta) + \beta + \gamma) \quad \dots (6)$$

$$hcx = L3 \times \sin((\alpha - \theta) + \beta + \gamma) \quad \dots (7)$$

上記（6）、（7）式において $L3$ はアームとバケットの接合点P2からバケット爪先P3までの長さであり、予め制御ユニット9に記憶しておく。

次にこれらの hay 、 hax 、 hby 、 hbx 、 hcy 、 hcx から式（8）、（9）により車体中心Oからフロント基準70（バケット爪先P3点）までの垂直距離 hfy 、水平距離 hfx を演算する。

$$hfy = hay + hby + hcy \quad \dots (8)$$

$$hfx = hax + hbx + hcx \quad \dots (9)$$

次は、処理 144 に移り、設定器 7 で設定した外部基準 80 から目標法面の基準点までの垂直距離 h_{ry} 、水平距離 h_{rx} を読み込む。

次に、処理 145 において、先ほど演算した車体中心 O からフロント基準 70 までの垂直距離 h_{fy} 、水平距離 h_{fx} を補正值として、この値 h_{fy} 、 h_{fx} と設定器 7 で設定した外部基準 80 から目標法面の基準点までの垂直距離 h_{ry} 、水平距離 h_{rx} とから、式 (10)、(11) により車体中心 O から目標法面の基準点までの垂直距離 h_{sy} 、水平距離 h_{sx} を演算する。

$$h_{sy} = h_{ry} + h_{fy} \quad \dots (10)$$

$$h_{sx} = h_{rx} + h_{fx} \quad \dots (11)$$

最後に、処理 161 において処理 145 で演算した目標法面の基準点の垂直距離 h_{sy} 、距離 h_{sx} を記憶し、この距離 h_{sy} 、 h_{sx} と設定器 7 で入力した角度 θ_r とで車体を基準とした目標法面を設定する。

以上において、処理 141 ~ 145 は図 9 に示す第 2 演算手段 140 の処理機能に相当し、処理 161 は図 9 に示す第 2 設定手段 160 の処理機能に相当する。

以上のように油圧ショベルの車体 1B を基準とした目標法面の設定が終了すると図 9 にブロック 180 として示すように領域制限掘削制御による掘削作業に移行し、現在の油圧ショベルの位置で目標法面位置に斜面を掘削形成する。

このように現在の油圧ショベルの位置で目標法面位置に斜面を掘削形成した後、図 4 ~ 図 7 に矢印で示すように油圧ショベルの車体を掘削した既設の斜面に対して横方向に移動し、この新たな位置で上記第 2 演算手段 140 及び第 2 設定手段 160 による手順を実施する。すなわち、フロント基準 70 を外部基準 80 に合わせ、外部基準設定スイッチ 71 を押すことで、移動後の新たな位置での車体 1B を基準とした目標法面を設定し、その位置で領域制限掘削制御により目標法面位置に斜面を掘削形成する。

ここで、油圧ショベルは、通常、図 4 ~ 図 7 に示すように下部走行体 1e を形成しようとする法面（目標法面）に平行に向けた姿勢を取り、この姿勢で斜面を掘削する。また、車体の横方向の移動は、同じ姿勢で走行することにより行う。なお、下部走行体 1e を法面に直角に向けた姿勢にし、この姿勢で斜面を掘削し、車体の横方向の移動は幅寄せ（下部走行体 1e を法面に直角に向けた姿勢で前進

及び後進を繰り返して行う幅方向移動)により行っても良い。

以上のような油圧ショベルの横方向の移動、新たな位置での車体を基準とした目標法面の設定、その位置での領域制限掘削制御による斜面の形成の手順を繰り返し実行することで、外部基準80に沿って目標法面位置に法面が形成される。

次に、上記の目標法面設定機能を含む制御ユニット9の全体制御機能を図11により説明する。

図11において、制御ユニット9は、第1目標法面設定部9a、フロント姿勢演算部9b、目標シリンダ速度演算部9c、目標先端速度ベクトル演算部9d、方向変換制御部9e、補正後目標シリンダ速度演算部9f、復元制御演算部9g、補正後目標シリンダ速度演算部9h、目標シリンダ速度選択部9i、目標パイロット圧演算部9j、バルブ指令演算部9k、位置関係演算部9m及び第2目標法面設定部9nの各機能を有している。

第1目標法面設定部9aは図9の第1設定手段100に相当するもので、設定器7の操作により外部基準80から目標法面上の基準点までの垂直距離 h_{ry} 、水平距離 h_{rx} 、目標法面の角度 θ_r により外部基準80と目標法面との位置関係を設定する。

フロント姿勢演算部9bは図9の第1演算手段120に相当するもので、制御ユニット9に記憶したフロント装置1A及び車体1Bの各部寸法と、角度計8a、8b、8cで検出した回動角 α 、 β 、 γ 及び傾斜計で検出した傾斜角 θ を用いて設定及び制御に必要なフロント装置1Aの位置及び姿勢を演算する。

位置関係演算部9mは図9の第2演算手段140に相当するもので、図10に示す処理フローの処理141～145により車体中心Oから目標法面上の基準点までの垂直距離 h_{sy} 、水平距離 h_{sx} を演算する。

第2目標法面設定部9nは図9の第2設定手段160に相当するもので、図10に示す処理フローの処理161により上記の垂直距離 h_{sy} 、水平距離 h_{sx} 、角度 θ_r により油圧ショベルの車体1Bを基準とした位置関係で目標法面を設定する。

フロント姿勢演算部9bにおいて、フロント装置1Aの位置と姿勢はブーム1aの回動支点を原点としたXY座標系で演算される。このXY座標系は本体1B

に固定した直交座標系であり、垂直面内にあるものとする。例えば、フロント装置 1 A のバケット 1 c の先端位置は、ブーム 1 a の回動支点とアーム 1 b の回動支点との距離を L_1 、アーム 1 b の回動支点とバケット 1 c の回動支点との距離を L_2 、バケット 1 c の回動支点とバケット 1 c の先端との距離を L_3 とすれば、XY 座標系により下記の式より求まる。

$$X = L_1 \sin \alpha + L_2 \sin (\alpha + \beta) + L_3 \sin (\alpha + \beta + \gamma)$$

$$Y = L_1 \cos \alpha + L_2 \cos (\alpha + \beta) + L_3 \cos (\alpha + \beta + \gamma)$$

ただし、図 8 に示すように車体 1 B が傾いたときは、バケットと先端と地面との相対位置関係が変化するので、目標法面の設定が正しく行えなくなる。そこで本実施形態では、車体 1 B の傾斜角 θ を傾斜計 8 d で検出し、フロント姿勢演算部 9 b でその傾斜角 θ の値を入力し、XY 座標系を角度 θ 回転させた $X_b Y_b$ 座標系でバケット先端の位置を計算している。これにより、車体 1 B が傾いていても正しい設定が行える。なお、車体が傾いたときには車体の傾きを修正してから作業するとか、車体が傾斜しないような作業現場で用いる場合には、必ずしも傾斜計は必要としない。

第 1 目標法面設定部 9 a、位置関係演算部 9 m 及び第 2 目標法面設定部 9 n では、垂直距離 h_{ry} , h_{sy} , h_{fy} 、水平距離 h_{rx} , h_{sx} , h_{fx} 等を $X_b Y_b$ 座標系の値に変換して処理する。

目標シリンダ速度演算部 9 c では操作レバー装置 4 a, 4 b の操作信号として圧力検出器 60 a, 60 b; 61 a, 61 b の検出信号を入力する。その操作信号（パイロット圧）から流量制御弁 5 a, 5 b の目標吐出流量（ブームシリンダ 3 a 及びアームシリンダ 3 b の目標速度）を計算する。

目標先端速度ベクトル演算部 9 d では、フロント姿勢演算部 9 b で求めたバケットの先端位置及び目標シリンダ速度演算部 9 c で求めた目標シリンダ速度と、制御ユニット 9 に記憶してある先の L_1 , L_2 , L_3 等の各部寸法とからバケット 1 c の先端の目標速度ベクトル V_c を求める。このとき、目標速度ベクトル V_c は図 8 に示す $X_a Y_a$ 座標系の値として求める。この $X_a Y_a$ 座標系は、 $X_b Y_b$ 座標系において第 2 目標法面設定部 9 n で求めた車体中心 O に対する目標法面上の基準点の水平距離 h_{sx} 、垂直距離 h_{sy} の点を原点とし、 $X_b Y_b$ 座標

系に対して目標法面の角度 θ_r 分傾けて X_a 座標軸が法面に沿うように設定した座標系である。ここで、 $X_a Y_a$ 座標系での目標速度ベクトル V_c の X_a 座標成分 V_{cx} は目標速度ベクトル V_c の目標法面に平行な方向のベクトル成分となり、 Y_a 座標成分 V_{cy} は目標速度ベクトル V_c の目標法面に垂直な方向のベクトル成分となる。

方向変換制御部9 eでは、バケット1 cの先端が目標法面より内側（掘削領域）で目標法面近傍にあり、目標速度ベクトル V_c が目標法面に接近する方向の成分を持つ場合、垂直なベクトル成分を目標法面に近づくにつれて減じるように補正する。換言すれば、垂直方向のベクトル成分 V_{cy} にそれよりも小さい目標法面から離れる方向のベクトル（逆方向ベクトル）を加える。

以上のように目標速度ベクトル V_c の垂直方向のベクトル成分 V_{cy} を補正することにより、距離 Y_a が小さくなるにしたがって垂直方向のベクトル成分 V_{cy} の減少量が大きくなるようベクトル成分 V_{cy} が減じられ、目標速度ベクトル V_c は目標速度ベクトル V_{ca} に補正される。ここで、目標法面から距離 Y_{a1} の範囲は方向変換領域または減速領域と呼ぶことができる。

バケット1 cの先端が上記のような補正後の目標速度ベクトル V_{ca} の通りに方向変換制御されたときの軌跡の一例を図1 2に示す。目標速度ベクトル V_c が斜め下方に一定であるときには、その平行成分 V_{cx} は一定となり、垂直成分 V_{cy} はバケット1 cの先端が目標法面に近づくにしたがって（距離 Y_a が小さくなるにしたがって）小さくなる。補正後の目標速度ベクトル V_{ca} はその合成であるので、軌跡は図示のごとく目標法面に近づくにつれて平行となる曲線状となり、目標法面に一致したところでは目標速度ベクトル V_c の垂直方向のベクトル $V_{cy} = 0$ とし、補正後の目標速度ベクトル V_{ca} は V_{cx} に一致する。

補正後目標シリンダ速度演算部9 fでは、方向変換制御部9 eで求めた補正後の目標速度ベクトルからブームシリンダ3 a及びアームシリンダ3 bの目標シリンダ速度を演算する。これは目標先端速度ベクトル演算部9 dでの演算の逆演算である。

復元制御部9 gでは、バケット1 cの先端が目標法面を越えてその外側（制限領域）に出たとき、目標法面からの距離に関係して、バケット先端が目標法面の

内側に戻るよう目標速度ベクトルを補正する。換言すれば、垂直方向のベクトル成分 V_{cy} にそれよりも大きな目標法面に接近する方向のベクトル（逆方向ベクトル）を加える。このように目標速度ベクトル V_c の垂直方向のベクトル成分 V_{cy} を補正することにより、距離 Y_a が小さくなるにしたがって垂直方向のベクトル成分 V_{cy} が小さくなるよう、目標速度ベクトル V_c は目標速度ベクトル V_{ca} に補正される。

バケット 1 c の先端が上記のような補正後の目標速度ベクトル V_{ca} の通りに復元制御されたときの軌跡の一例を図 13 に示す。目標速度ベクトル V_c が斜め下方に一定であるときには、その平行成分 V_{cx} は一定となり、また復元ベクトル KY_a は距離 Y_a に比例するので垂直成分はバケット 1 c の先端が目標法面に近づくにしたがって（距離 Y_a が小さくなるにしたがって）小さくなる。補正後の目標速度ベクトル V_{ca} はその合成であるので、軌跡は図 13 のように目標法面に近づくにつれて平行となる曲線状となり、目標法面上では補正後の目標速度ベクトル V_{ca} は V_{cx} に一致する。

このように復元制御部 9 g ではバケット 1 c の先端が目標法面の内側に戻るよう制御されるため、目標法面の外側に復元領域が得られることになる。また、この復元制御でも、バケット 1 c の先端の目標法面に接近する方向の動きが減速されることにより、結果としてバケット 1 c の先端の移動方向が目標法面に沿った方向に変換され、この意味でこの復元制御も方向変換制御といえることができる。

補正後目標シリンダ速度演算部 9 h では、復元制御部 9 g で求めた補正後の目標速度ベクトルからブームシリンダ 3 a 及びアームシリンダ 3 b の目標シリンダ速度を演算する。これは目標先端速度ベクトル演算部 9 d での演算の逆演算である。

ここで、復元制御を行う場合は、その復元制御に必要なブームシリンダ及びアームシリンダの動作方向を選択し、その動作方向における目標シリンダ速度を演算する。ただし、復元制御ではブーム 1 a を上げることでバケット先端を設定領域に戻すため、ブーム 1 の上げ方向が必ず含まれる。その組み合わせも制御ソフトで決まる。

目標シリンダ速度選択部 9 i では目標シリンダ速度演算部 9 f で得た方向変換

制御による目標シリンダ速度と目標シリンダ速度演算部 9 h で得た復元制御による目標シリンダ速度の値の大きい方（最大値）を選択し、出力用の目標シリンダ速度とする。

目標パイロット圧演算部 9 j では、目標パイロット圧としてパイロットライン 4 4 a, 4 4 b ; 4 5 a, 4 5 b の目標パイロット圧を計算する。

バルブ指令演算部 9 k では、目標パイロット圧演算部 9 j で計算した目標パイロット圧に応じた指令値を演算し、対応する電気信号が比例電磁弁 1 0 a, 1 0 b, 1 1 a, 1 1 b に出力される。

以上のように構成した本実施形態によれば、次の効果が得られる。

（１）フロント基準 7 0 を外部基準 8 0 に一致させ、外部基準設定スイッチ 7 1 を押すごとに外部基準 8 0 と車体 1 B の位置関係を補正して車体と目標法面の位置関係を演算し、車体を基準とした位置関係で目標法面を設定するため、車体の横方向の移動により既設の斜面に対し車体の高さが変化しても、その高さ変化を毎回補正して掘削作業が行える。また、外部基準 8 0 を目標法面の進展方向に沿って水平設置し、この外部基準 8 0 にフロント基準が一致したときに上記の計算をし、目標法面を設定するため、車体の横方向の移動により既設の法面に対し車体の前後方向の位置が変化しても、この前後方向の位置の変化も毎回補正して掘削作業が行える。このため、車体の横移動により車体と既設の斜面との位置関係が変化しても、段差の無い連続した滑らかな法面を掘削形成できる。

このことを図 1 4 により説明する。図 1 4 において、（a）は目標法面の設定時の位置関係を示し、（b）は車体の移動時の位置関係を示す。

図 1 4 （a）では、図 9 の第 1 設定手段 1 0 0 で入力された垂直距離 h_{ry} 、水平距離 h_{rx} と図 9 の第 2 演算手段 1 4 0 及び図 1 0 の処理 1 4 3 で補正值として求めた垂直距離 h_{fy} 、水平距離 h_{fx} を用いて、図 1 0 の処理 1 4 5 で車体中心 O から目標法面の基準点 P s までの垂直距離 h_{sy} 、水平距離 h_{sx} が求められ、図 1 0 の処理 1 6 1 でその垂直距離 h_{sy} 、水平距離 h_{sx} と設定器 7 で入力した角度 θ_r で目標法面が設定されており、この設定データ h_{sx} 、 h_{sy} 、 θ_r を用いて掘削制限制御により法面が掘削される。

図 1 4 （a）の位置で法面の掘削が完了すると、車体を横方向に移動し掘削位

置を変える。このとき、図14(b)に示すように車体中心Oから目標法面の基準点P sまでの垂直距離 h_{sy} 、水平距離 h_{sx} は h_{sy}' 、 h_{sx}' に変化する。しかし、フロント基準70と外部基準80の位置が一致してオペレータにより外部設定スイッチ71が押される毎にそのときの補正值 h_{fx}' 、 h_{fy}' を求めて車体中心Oから目標法面の基準点P sまでの垂直距離、水平距離は h_{sy}' 、 h_{sx}' に更新される。このため、外部基準80に対し常に同じ位置に目標法面が設定され、段差の無い連続した滑らかな法面が形成される。

(2) 外部基準80を目標法面の進展方向に沿って水平に設置し、この外部基準80を媒介として目標法面位置に法面を掘削形成してゆくので、結局、形成される法面は外部基準80に平行に形成されることになる。このため、外部基準80の設置方向を調整することで法面の方向を地形に合わせて自由に設定し、形成することができる。例えば、前述した川沿いにカーブした土手に法面を形成する場合、土手のカーブに合わせてクイ80aを打ち、水系(外部基準)80を張り渡すことで、水系80に平行に目標法面を設定でき、屈曲した法面を土手のカーブに合わせて容易に形成することができる。

(3) フロント基準70を実際に地面に作用する部材であるバケット先端に設定し、このフロント基準70と外部基準80が一致し、外部基準設定スイッチ71が押されたときのフロント装置1Aの位置と姿勢に基づき車体1Bを基準とした目標法面を設定するので、この目標法面の設定に際して目標法面設定演算と掘削制御演算とで車体1Bの製作公差や、フロント基準70、角度センサ8a~8c等の精度、取付け公差の誤差の影響が相殺される。このため、掘削制御に際してバケット1cの先端の位置を演算するとき、基準光を車体に設置したセンサで検出する従来方法に比較して、上記公差や精度の誤差の影響が少なくなり、設定した目標法面との差を少なく設定通りに正確に掘削することができる。

今、このことを更に説明する。特開平3-295933号公報に記載の従来技術では、前述したように基準光による車体高さの補正は行える。掘削を行うときには車体高さを補正し、車体中心から設定された垂直距離 h_s にバケット先端を動かすように制御する。このとき、制御装置は記憶装置に記憶されているブーム、アーム、バケットの寸法 L_1 、 L_2 、 L_3 及び角度センサから検出された各フロ

ント部材の角度 α , β , γ を用いバケット先端が h_s の位置になるように制御演算を行う。しかし、実際のフロント部材には製作誤差があり、例えばブームは $L_1 + \varepsilon L_1$ 、アームは $L_2 + \varepsilon L_2$ 、バケットは $L_3 + \varepsilon L_3$ の寸法になっている。また、センサから検出した角度 α , β , γ は真の角度 α' , β' , γ' に対してセンサ取り付け誤差、センサ自身の検出誤差等により $\varepsilon \alpha$, $\varepsilon \beta$, $\varepsilon \gamma$ の誤差を含んでいる。そのため、制御装置が、

$$h_s (L_1, L_2, L_3, \alpha(h_s), \beta(h_s), \gamma(h_s))$$

にバケット先端を制御しようとしても、実際には

$$\begin{aligned} h_s' (L_1', L_2', L_3', \alpha'(h_s), \beta'(h_s), \gamma'(h_s)) \\ = h_s' (L_1 + \varepsilon L_1, L_2 + \varepsilon L_2, L_3 + \varepsilon L_3, \alpha(h_s) + \varepsilon \alpha, \\ \beta(h_s) + \varepsilon \beta, \gamma(h_s) + \varepsilon \gamma) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

の位置になってしまう。

ここで、 L_1, L_2, L_3 : 設計値

α, β, γ : 検出値

$L_1', L_2', L_3', \alpha', \beta', \gamma'$: 実際値

$\varepsilon L_1, \varepsilon L_2, \varepsilon L_3, \varepsilon \alpha, \varepsilon \beta, \varepsilon \gamma$: 誤差

また、 $L_1' = L_1 + \varepsilon L_1$

$$L_2' = L_2 + \varepsilon L_2$$

$$L_3' = L_3 + \varepsilon L_3$$

$$\alpha = \alpha' + \varepsilon \alpha$$

$$\beta = \beta' + \varepsilon \beta$$

$$\gamma = \gamma' + \varepsilon \gamma$$

ただし、 $\alpha(h_s), \beta(h_s), \gamma(h_s), \alpha'(h_s), \beta'(h_s), \gamma'(h_s)$ はフロント装置が垂直距離 h_s 検出の姿勢をとったときの角度の検出値と実際値。

例えば、目標のブーム角が 30° とすると、制御装置は検出値 $\alpha(h_s) = 30^\circ$ になるようにフロント装置を制御する。このとき、検出値 α と実際の角度 α' に $\varepsilon \alpha = 0.5^\circ$ の誤差が合った場合には、実際には $\alpha' = 30.5^\circ$ の位置に制御されてしまう。

一方、本実施形態ではフロント装置（バケット先端）にフロント基準 70 を設

けているので、フロント基準70が外部基準80と一致したときの位置 $h f$ ($h f x$, $h f y$) は制御ユニット9の内部では、

$$h f (L 1, L 2, L 3, \alpha(hf), \beta(hf), \gamma(hf))$$

で演算された位置と認識される。その時の実際のフロント基準70は、

$$\begin{aligned} h f' (L 1', L 2', L 3', \alpha'(hf), \beta'(hf), \gamma'(hf)) \theta f') \\ = h f' (L 1 + \varepsilon L1, L 2 + \varepsilon L2, L 3 + \varepsilon L3, \alpha(hf) + \varepsilon \alpha, \beta(hf) \\ + \varepsilon \beta, \gamma(hf) + \varepsilon \gamma) \quad \dots (12) \end{aligned}$$

の位置にある。このときのバケット先端の位置も同じである。

ここで、 $\alpha(hf)$, $\beta(hf)$, $\gamma(hf)$: フロント装置が $h f$ 検出の姿勢をとったときの角度の検出値

$\alpha'(hf)$, $\beta'(hf)$, $\gamma'(hf)$: フロント装置が $h f$ 検出の姿勢をとったときの角度の実際値

このとき、フロント基準70は真の外部基準80の位置にあるので、制御ユニット9は誤差を含んだ形で真の外部基準80の位置を検出したことになる。この $h f$ を領域制限掘削制御に用いれば、制御ユニット9内の検出位置 $h f$ と実際の位置 $h f'$ の誤差は $h f$ を検出したときと同じ誤差を含んでいるので、実際には相殺されて真の $h f'$ の位置に一致する。

例えば、外部基準80を検出したときに実際のブーム角 $\alpha' = 30^\circ$ であったとし、センサ8aによる検出値に $\varepsilon \alpha = 0.5^\circ$ の誤差があるとする、 $\alpha = 29.5^\circ$ で検出される。この検出値 $\alpha = 29.5^\circ$ を用いれば、実際には $\alpha' = 30^\circ$ の位置、つまり外部基準80の真の位置と一致するので、誤差は相殺される。

次に、領域制限掘削制御を行うときにこの $h f$ を用いて補正された $h s$ ($h s x$, $h s y$) を目標にバケット先端位置を制御すると、少なくとも $h f$ に内在されている誤差は先に述べたように実際の外部基準位置から考えると相殺され、残りは $h f$ を検出したときの姿勢からバケット先端を $h s$ に移動するまでのセンサの誤差によるものになる。このとき実際には、バケット先端は、

$$\begin{aligned} h s' (L 1', L 2', L 3', \alpha', \beta'(hs), \gamma'(hs)) \\ = h s' (L 1 + \varepsilon L1, L 2 + \varepsilon Lf, L 3 + \varepsilon L3, \alpha(hs) + \varepsilon \alpha(hs), \end{aligned}$$

$$\beta(hs) + \varepsilon \beta(hs), \gamma(hs) + \varepsilon \gamma(hs)) \quad \dots (13)$$

にある。

ここで、 $\alpha(hs)$, $\beta(hs)$, $\gamma(hs)$: フロント装置が hs の制御姿勢をとったときの角度の検出値

$\alpha'(hs)$, $\beta'(hs)$, $\gamma'(hs)$: フロント装置が hs の制御姿勢をとったときの角度の実値

このとき、本実施形態では(12)式に従い hf 検出時の位置は外部基準 80 の真の位置であるので、従来技術と異なり、 hf 検出時から hs へ姿勢を制御したときの偏差 $\alpha(hs) - \alpha(hf)$, $\beta(hs) - \beta(hf)$, $\gamma(hs) - \gamma(hf)$ に係わる誤差、

$$\Delta \varepsilon \alpha = \varepsilon \alpha(hs) - \varepsilon \alpha(hf) \quad \dots (14)$$

$$\Delta \varepsilon \beta = \varepsilon \beta(hs) - \varepsilon \beta(hf) \quad \dots (15)$$

$$\Delta \varepsilon \gamma = \varepsilon \gamma(hs) - \varepsilon \gamma(hf) \quad \dots (16)$$

が実際に領域制限掘削制御を行ったときの誤差に係わり、軽微なものとなる。

また、本実施形態では、フロント基準 70 をフロント装置 1A に備えて、外部基準位置設定時と掘削時の姿勢変化を極力少なくすることができ、その場合は(14)～(16)式に係わる誤差は更に少なくなる。

なお、後述するダイレクトティーチングによる場合は、 hr (hrx , hry) を設定する場合の誤差も設定時に取り込み、制御時に操作できることからより正確な掘削の制御ができる。

(4) 特開平 3-295933 号公報に記載の従来技術では、車体に備えられた基準光検出器が基準光を検出できる広い範囲にあることが必要である。本実施形態では、フロント装置 1A を操作しフロント基準 70 を外部基準 80 と一致させ、外部基準設定スイッチ 71 を押して設定するので、フロント装置 1A に備えられるフロント基準 70 はバケット爪先あるいは矢印鋼板等、小型でシンプルな部材でよく、大がかりで複雑なセンサを要することなく車体の移動を補正できる。

同様に、フロント装置 1A を操作しフロント基準 70 を外部基準 80 と一致させ、外部基準設定スイッチ 71 を押して設定するので、フロント装置 1A の広い可動範囲を考えれば車体の移動を広い範囲で補正できる。

(5) 特開平 3-295933 号公報に記載の従来技術では、上記のように車体

に備えられた基準光検出器が基準光を検出できる範囲にあることが必要であり、基準光検出器の大きさを考えれば大きな制約となる。本実施形態では、フロント基準70はフロント装置1A、特にバケット爪先に設定されるので、フロント装置の広い可動範囲を考えれば外部基準80の設置場所は大きな制約を受ない。このことは、例えば図8に示すように、車体1Bと同じ高さの地面に適当な外部基準の設置場所がない場合に、溝の中の様に車体より低い場所に外部基準80を設置することができるなどのメリットがある。また、このことにより先の誤差の問題から外部基準に位置合わせするときの姿勢と掘削時の姿勢との間の変化を少なくするように外部基準80を設置することができ、掘削の精度を向上することができる。

(6) 外部基準80は車体の外部に目標法面の進展方向に沿って水平に設置されているので、一度設置されればその位置を変える必要がなく、車体が移動しても目標法面の基準として継続的に使用できる。

(7) 外部基準を用いることで車体が移動する毎に車体移動に伴うズレを補正するために、このズレを計測し、掘削制御を切って設定し直す作業員の手間と、時間が省ける。

本発明の第2の実施形態を図15及び図16により説明する。本実施形態は第1の実施形態の第1設定手段100(図9参照)における外部基準80と目標法面との位置関係の設定をダイレクトティーチングで行うものである。ただし、目標法面角度は設定器7により設定入力する。

すなわち、第1の実施形態では、第1設定手段100において外部基準80から目標法面上の基準点 P_s までの垂直距離 h_{ry} や水平距離 h_{rx} を設定器7のアップボタン7a, 7b(図3参照)を使用して設定した。本実施形態では、オペレータの操作レバーの操作でバケット1cの先端を図15に二点鎖線で示すように設定したいところに動かして、その場所をダイレクトティーチングすることにより垂直距離 h_{ry} あるいは水平距離 h_{rx} を設定する。

図16に目標法面のダイレクトティーチングによる設定方法の処理フローを示す。図中、破線で囲んだ部分①、②は油圧ショベルのオペレータが行わなくてはならない操作を示す。

まず、オペレータは図16の①に示すように、操作レバーを操作してバケット1cの先端を目標法面の基準点P_sに来るようにフロント装置1Aを動かす。バケット1cの先端が基準点P_sに来ると、オペレータは設定器7の領域設定スイッチ7f（図3参照）を押す。

制御ユニット9（図1参照）では、処理190において領域設定スイッチ7fが押されたかどうかを判定し、押されていない場合は処理190を継続する。領域設定スイッチ7fが押されると処理191へ移る。

処理191ではその時のフロント装置1Aの姿勢から、車体中心Oからのバケット1cの先端までの垂直距離 h_{sy} 、水平距離 h_{sx} を演算する。

次に、オペレータは図16の②に示すように、再び操作レバーを操作してフロント基準70（バケット爪先）が外部基準80に一致するようにフロント装置1Aを動かす。

制御ユニットはその間に処理192において外部基準設定スイッチ71が押されたかどうかの判定を継続する。ここで、フロント基準70と外部基準80が一致して、オペレータにより外部基準設定スイッチ71が押されると処理193へ移る。

処理193では、その時のフロント装置1Aの姿勢から車体中心Oからフロント基準70までの垂直距離 h_{fy} 、水平距離 h_{fx} を演算する。

次に処理194において外部基準80から目標法面上の基準点までの垂直距離 h_{ry} 及び水平距離 h_{rx} を、

$$h_{ry} = h_{sy} - h_{fy} \quad \dots (12)$$

$$h_{rx} = h_{sx} - h_{fx} \quad \dots (12)$$

の演算により求める。

最後に、処理195において、上記のようにして求めた垂直距離 h_{ry} 、水平距離 h_{rx} と操作器7で入力した角度 θ_r を記憶し、設定を完了する。

本実施形態によればダイレクトティーチングにより目標法面を設定するので、作業状況に合わせて所望の目標法面を正確に設定することができる。

本発明の第3の実施形態を図17及び図18により説明する。

第2の実施形態では、図9に示す第1設定手段100におい、オペレータの操

作レバーの操作でバケット1cの先端を目標法面の基準点に動かして、その場所をダイレクトティーチングすることにより基準点の垂直距離 h_{ry} あるいは水平距離 h_{rx} を設定し、目標法面の角度は、設定器7で入力した角度で設定した。本実施形態では、図17に示すように目標法面上の2点 P_{s1} 、 P_{s2} をダイレクトティーチングすることにより目標法面の角度 θ_r もダイレクトティーチングで設定するものである。

すなわち、図17に示すように、最初の法面を手動で掘削した後、バケット先端を法面上の P_{s1} 、 P_{s2} の2点に置き、それぞれの点で領域設定スイッチ7fを押す。制御ユニットでは図18に示す処理200～203でそれらの位置（座標 X_{ps1} 、 Y_{ps1} ）、（座標 X_{ps2} 、 Y_{ps2} ）を計算し記憶する。その後、処理203で、 P_{s1} （座標 X_{ps1} 、 Y_{ps1} ）、 P_{s2} （座標 X_{ps2} 、 Y_{ps2} ）の値から $X_b Y_b$ 座標における境界の式、

$$Y = aX + b$$

ただし、

$$a = (Y_{ps1} - Y_{ps2}) / (X_{ps1} - X_{ps2})$$

$$b = (Y_{ps1}(X_{ps1} - X_{ps2}) - X_{ps1}(Y_{ps1} - Y_{ps2})) / (X_{ps1} - X_{ps2})$$

を求める。

そして、先に示した設定器7により水平距離、垂直距離、角度の設定をしたときと同様に、水平距離 X_{ps1} 、垂直距離 Y_{ps1} 、角度 $\theta_r = \tan^{-1}(a)$ を用いて目標法面を設定する。即ち、外部基準80に関し、先の設定器7で角度を設定する場合と同様の処理205～207を行い、外部基準80から点 P_{s1} までの水平距離 h_{rx} 、垂直距離 h_{ry} が計算される。この水平距離 h_{rx} 、垂直距離 h_{ry} と上記の角度 $\theta_r = \tan^{-1}(a)$ は処理208で記憶され、設定を完了する。

産業上の利用可能性

本発明によれば、次の効果が得られる。

(1) 車体の横移動により車体と既設の斜面との位置関係が変化しても、段差の

無い連続した滑らかな法面を掘削形成できる。

(2) 外部基準の設置方向を調整することで形成しようとする法面の方向を地形に合わせて自由に設定できる。

(3) 掘削時に、基準光を車体に設置したセンサで検出する方法に比較して、車体の製作公差やセンサ等の精度、取付け公差の誤差の影響を受難く、設定した目標法面との差を少なく掘削することができる。

(3) フロント基準は矢印マークのように小型でシンプルな部材でよいので、大がかりで複雑な光センサを要することなく車体の移動を補正できる。

(4) フロント基準を設置したフロント装置の広い可動範囲を考えれば車体の移動を広い範囲で補正できる。

(5) ダイレクトティーチングにより第1設定手段の設定を行うので、作業状況に合わせて所望の目標法面を正確に設定することができる。

請求の範囲

1. 多関節型のフロント装置（1A）を構成する上下方向に回転可能な複数のフロント部材（1a, 1b, 1c）と、前記フロント装置を支持する車体（1B）とを備えた油圧シヨベルの法面掘削制御装置であって、

前記フロント装置により掘削すべき目標掘削面を設定する掘削面設定手段を有し、前記フロント装置が前記目標掘削面に近づくとフロント装置が目標掘削面に沿って動くよう領域制限掘削制御を行い、目標掘削面位置を掘削する油圧シヨベルの法面掘削制御装置において、

前記掘削面設定手段は、

（a）前記フロント装置（1A）に備えられ、目標法面の進展方向に沿って設置された外部基準（80）に前記フロント装置を合わせる目標となるフロント基準（70）と；

（b）前記フロント装置の位置と姿勢に関する状態量を検出する検出手段（8a, 8b, 8c, 8d）と；

（c）前記検出手段の信号に基づき前記車体（1B）を基準としたフロント装置の位置と姿勢を演算する第1演算手段（120, 9b）と；

（d）前記外部基準と前記目標法面との位置関係を設定する第1設定手段（100, 7, 9a）と；

（e）前記フロント基準が前記外部基準と一致したときに操作される外部基準設定スイッチ（71）と；

（f）前記外部基準設定スイッチが操作されたときの前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき前記車体と前記外部基準との位置関係を演算し、この車体と外部基準との位置関係と前記第1設定手段で設定した外部基準と目標法面との位置関係とから前記車体と目標法面との位置関係を演算する第2演算手段（140, 9m）と；

（g）前記第2演算手段で演算した車体と目標法面との位置関係により、前記目標法面を車体を基準とした位置関係で設定し、前記目標掘削面とする第2設定手段（160, 9n）と；を備えることを特徴とする油圧シヨベルの法面掘削制御装置。

2. 請求項1記載の油圧ショベルの法面掘削制御装置において、前記第1設定手段(100, 7, 9a)は、前記外部基準(80)と目標法面との位置関係として、前記外部基準から目標法面上の基準点(Ps)までの垂直方向の距離(hry)及び水平方向の距離(hrx)と、目標法面の角度情報(θ_r)を設定する手段であることを特徴とする油圧ショベルの法面掘削制御装置。

3. 請求項1記載の油圧ショベルの法面掘削制御装置において、前記第1設定手段(100, 7, 9a)は、設定器(7)により入力されたデータを基に前記外部基準(80)と目標法面との位置関係を設定する手段であることを特徴とする油圧ショベルの法面掘削制御装置。

4. 請求項1記載の油圧ショベルの法面掘削制御装置において、前記第1設定手段(100, 7, 9a)は、前記第1演算手段(120, 9b)で演算した前記フロント装置(1A)の位置と姿勢の情報に基づき、前記フロント装置の先端を目標法面上の基準点(Ps)に合わせたときの前記フロント装置の先端の位置を演算する手段(190, 191)と、前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき、前記フロント基準(70)を前記外部基準(80)に合わせたときの前記フロント基準の位置を演算する手段(192, 193)と、前記フロント装置の先端位置と前記フロント基準の位置とから前記外部基準と目標法面上の基準点との位置関係を演算する手段(194)と、この演算で求めた位置関係と設定器により入力された角度データを記憶する手段(195)とを含むことを特徴とする油圧ショベルの法面掘削制御装置。

5. 請求項1記載の油圧ショベルの法面掘削制御装置において、前記第1設定手段(100, 7, 9a)は、前記第1演算手段(120, 9b)で演算した前記フロント装置(1A)の位置と姿勢の情報に基づき、前記フロント装置の先端を目標法面上の第1基準点(Ps1)に合わせたときの前記フロント装置の先端の位置と、前記フロント装置の先端を目標法面上の第2基準点(Ps2)に合わせたときの前記フロント装

置の先端の位置とを演算する手段（200-203）と、前記第1及び第2基準点での前記フロント装置の先端位置から目標法面の角度情報を演算する手段と（204）、前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき、前記フロント基準（70）を前記外部基準（80）に合わせたときの前記フロント基準の位置を演算する手段（205, 206）と、前記フロント装置の先端位置と前記フロント基準の位置とから前記外部基準と目標法面上の第1及び第2基準点のいずれか一方との位置関係を演算する手段（207）と、この演算で求めた位置関係と前記角度情報を記憶する手段（208）とを含むことを特徴とする油圧ショベルの法面掘削制御装置。

6. 多関節型のフロント装置（1A）を構成する上下方向に回動可能な複数のフロント部材（1a, 1b, 1c）と、前記フロント装置を支持する車体（1B）とを備え、前記フロント装置が予め設定した目標掘削面に近づくとフロント装置がその目標掘削面に沿って動くよう領域制限掘削制御を行い、目標掘削面位置を掘削する油圧ショベルの目標法面設定装置において、

- （a）目標法面の進展方向に沿って設置された外部基準（80）と；
- （b）前記フロント装置（1A）に備えられ、前記外部基準に前記フロント装置を合わせる目標となるフロント基準（70）と；
- （c）前記フロント装置の位置と姿勢に関する状態量を検出する検出手段（8a, 8b, 8c, 8d）と；
- （d）前記検出手段の信号に基づき前記車体（1B）を基準としたフロント装置の位置と姿勢を演算する第1演算手段（120, 9b）と；
- （e）前記外部基準と前記目標法面との位置関係を設定する第1設定手段（100, 7, 9a）と；
- （f）前記フロント基準が前記外部基準と一致したときに操作される外部基準設定スイッチ（71）と；
- （g）前記外部基準設定スイッチが操作されたときの前記第1演算手段で演算した前記フロント装置の位置と姿勢の情報に基づき前記車体と前記外部基準との位置関係を演算し、この車体と外部基準との位置関係と前記第1設定手段で設定

した外部基準と目標法面との位置関係とから前記車体と目標法面との位置関係を演算する第2演算手段(140, 9m)と;

(h) 前記第2演算手段で演算した車体と目標法面との位置関係により、前記目標法面を車体を基準とした位置関係で設定し、前記目標掘削面とする第2設定手段(160, 9n)と;を備えることを特徴とする油圧シヨベルの目標法面設定装置。

7. 請求項6記載の油圧シヨベルの目標法面設定装置において、前記外部基準は、目標法面の進展方向に沿って張り渡した水糸(80)であることを特徴とする油圧シヨベルの目標法面設定装置。

8. 請求項6記載の油圧シヨベルの目標法面設定装置において、前記外部基準は、目標法面の進展方向に沿って並置した複数のクイ(81)であることを特徴とする油圧シヨベルの目標法面設定装置。

9. 請求項6記載の油圧シヨベルの目標法面設定装置において、前記外部基準は、目標法面の進展方向に沿って投射したレーザ光(84)であることを特徴とする油圧シヨベルの目標法面設定装置。

10. 多関節型のフロント装置(1A)を構成する上下方向に回動可能な複数のフロント部材(1a, 1b, 1c)と、前記フロント装置を支持する車体(1B)とを備え、前記フロント装置が予め設定した目標掘削面に近づくとフロント装置が目標掘削面に沿って動くよう領域制限掘削制御を行い、目標掘削面位置を掘削する油圧シヨベルを用いた法面掘削形成方法において、

(a) 目標法面の進展方向に沿って外部基準(80)を設置すること;

(b) 前記外部基準と前記目標法面との位置関係を設定すること;

(c) 前記フロント装置(1A)に設けたフロント基準(70)を前記外部基準に合わせ、前記車体(1B)と前記外部基準(80)との位置関係を演算し、この車体と外部基準との位置関係と前記外部基準と目標法面との位置関係とから前記車体と目標法面との位置関係を演算し、この車体と目標法面との位置関係により、前

記目標法面を車体を基準とした位置関係で設定し、前記目標掘削面とすること；

(d) 油圧ショベルの現在の車体位置で前記領域制限掘削制御により前記目標法面位置に斜面を掘削形成すること；

(e) 油圧ショベルの車体を前記(d)で掘削した斜面に対し横方向に移動すること；

(f) 上記(c)及び(d)と同じ手順を横方向に移動後の車体位置で実施すること；

(g) 上記(e)及び(f)の手順を繰り返し実施すること；を特徴とする法面掘削形成方法。

11. 請求項10記載の法面掘削形成方法において、前記油圧ショベルの車体(1B)はフロント装置(1A)を支持する上部旋回体(1d)と、この上部旋回体を旋回可能に搭載する下部走行体(1e)を有し、前記(d)の斜面の掘削形成に際しては、前記下部走行体を前記目標方面の進展方向に平行に向けた姿勢で掘削形成を行い、前記(e)の車体の横方向移動に際しては、前記下部走行体を前記(d)と同じ姿勢で走行させることにより横方向移動を行うことを特徴とする法面掘削形成方法。

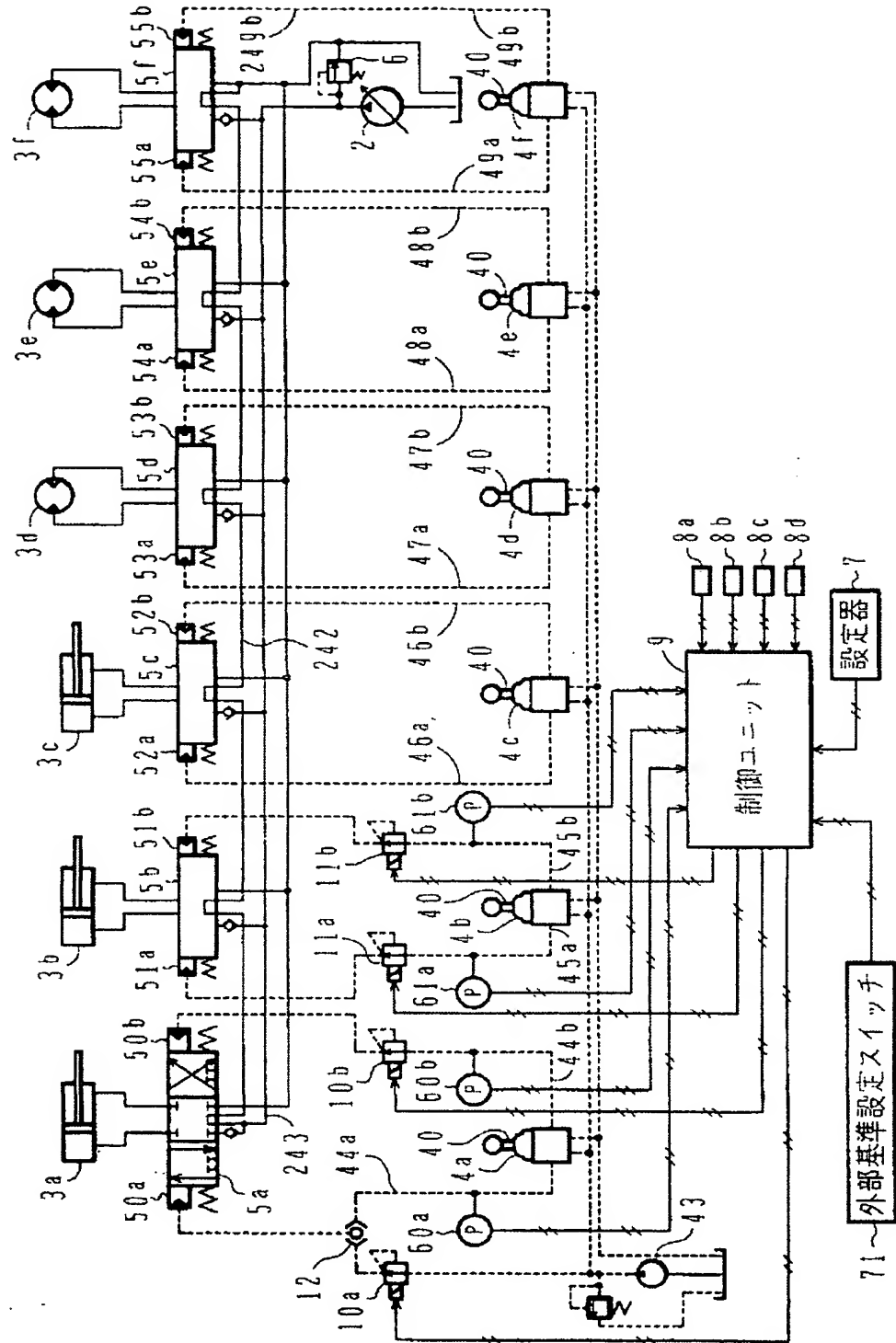
12. 請求項10記載の法面掘削形成方法において、前記油圧ショベルの車体(1B)はフロント装置(1A)を支持する上部旋回体(1d)と、この上部旋回体を旋回可能に搭載する下部走行体(1e)を有し、前記(d)の斜面の掘削形成に際しては、前記下部走行体を前記目標方面の進展方向に交差する方向に向けた姿勢で掘削形成を行い、前記(e)の車体の横方向移動に際しては、前記下部走行体を前記(d)と同じ姿勢で前進及び後進を繰り返して幅方向移動を行うことにより横方向移動を行うことを特徴とする法面掘削形成方法。

13. 請求項10記載の法面掘削形成方法において、前記(a)の外部基準(80)の設置に際して、前記目標法面が進展方向に屈曲している場合は、その屈曲した目標平面の進展方向に沿って外部基準(80)も屈曲して設置することを特徴とす

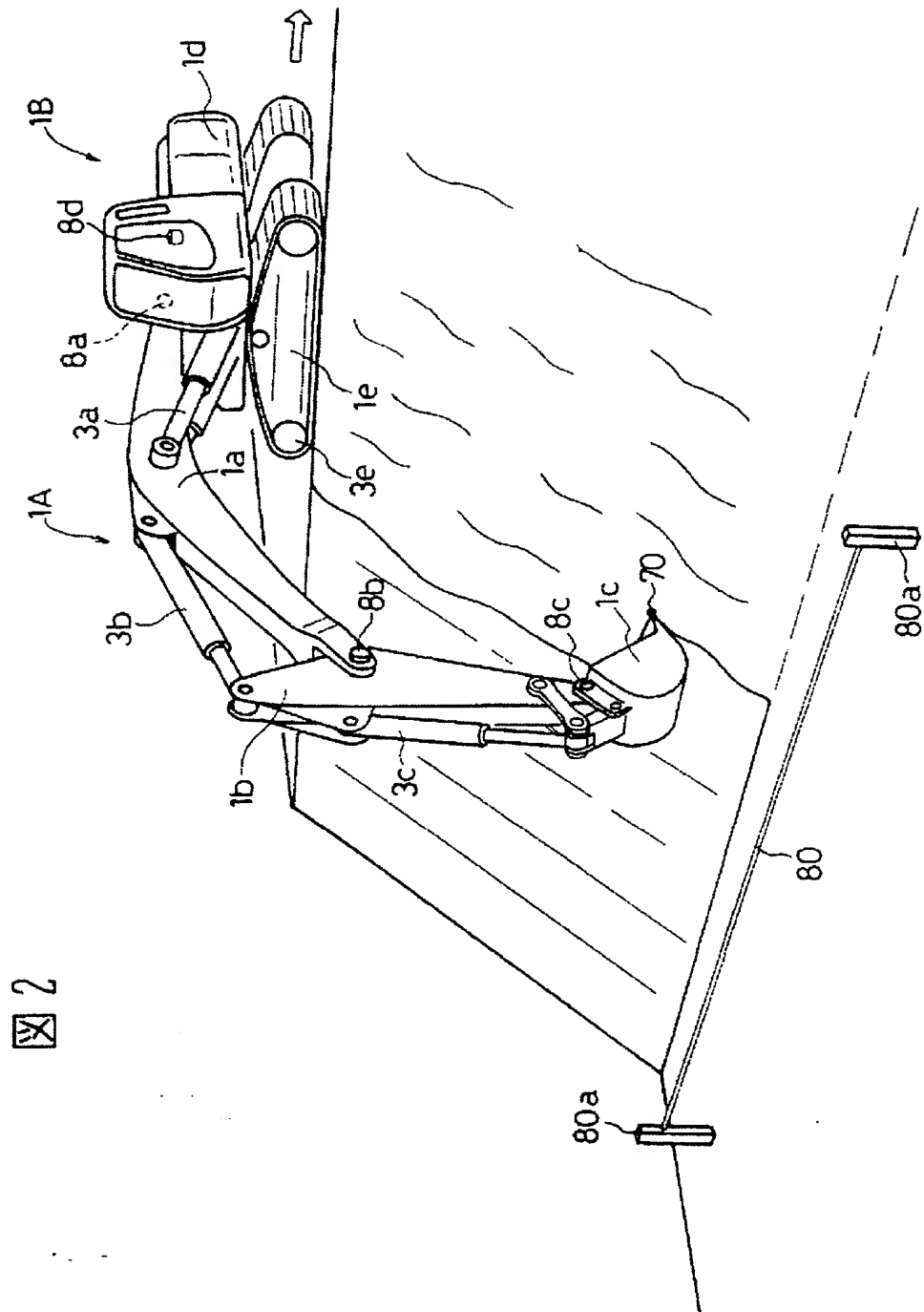
る法面掘削形成方法。

1/18

図 1



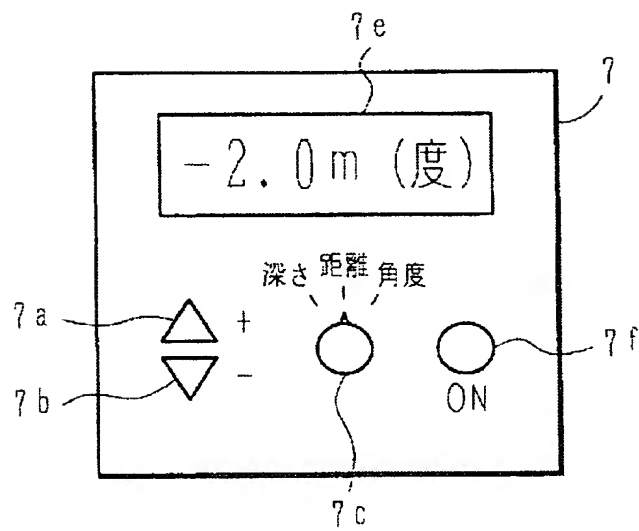
2/18



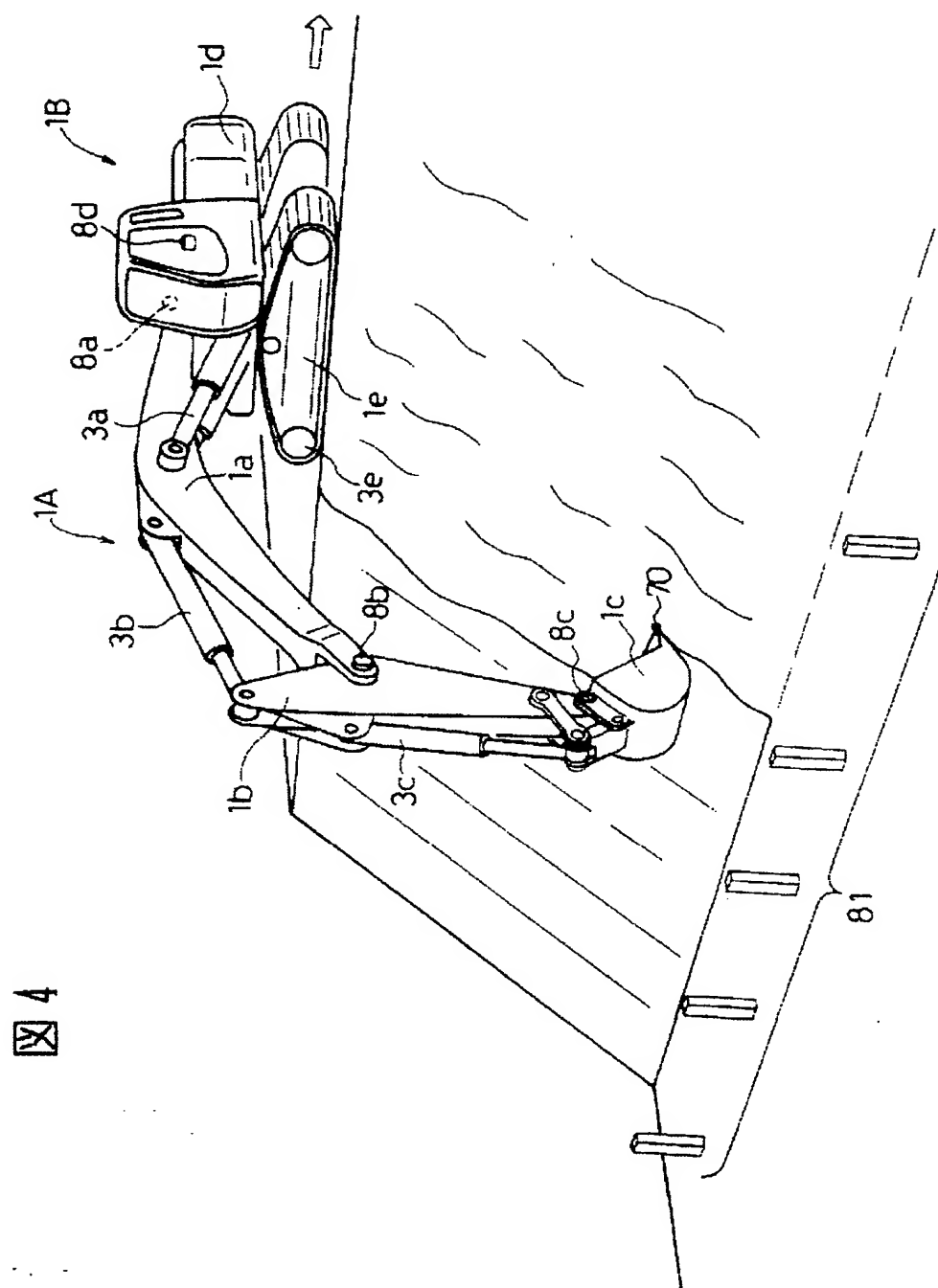
2

3/18

図 3



4/18



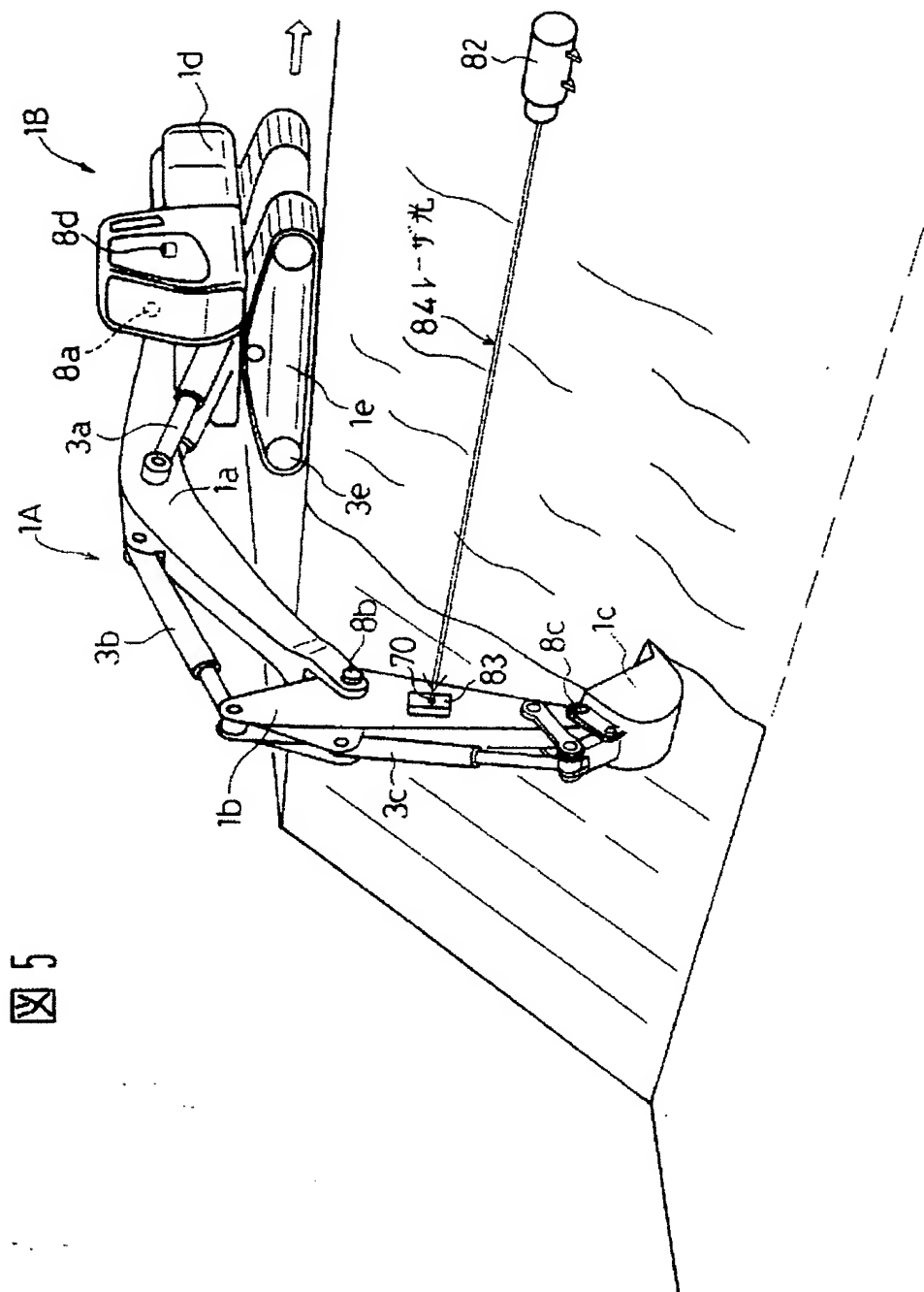
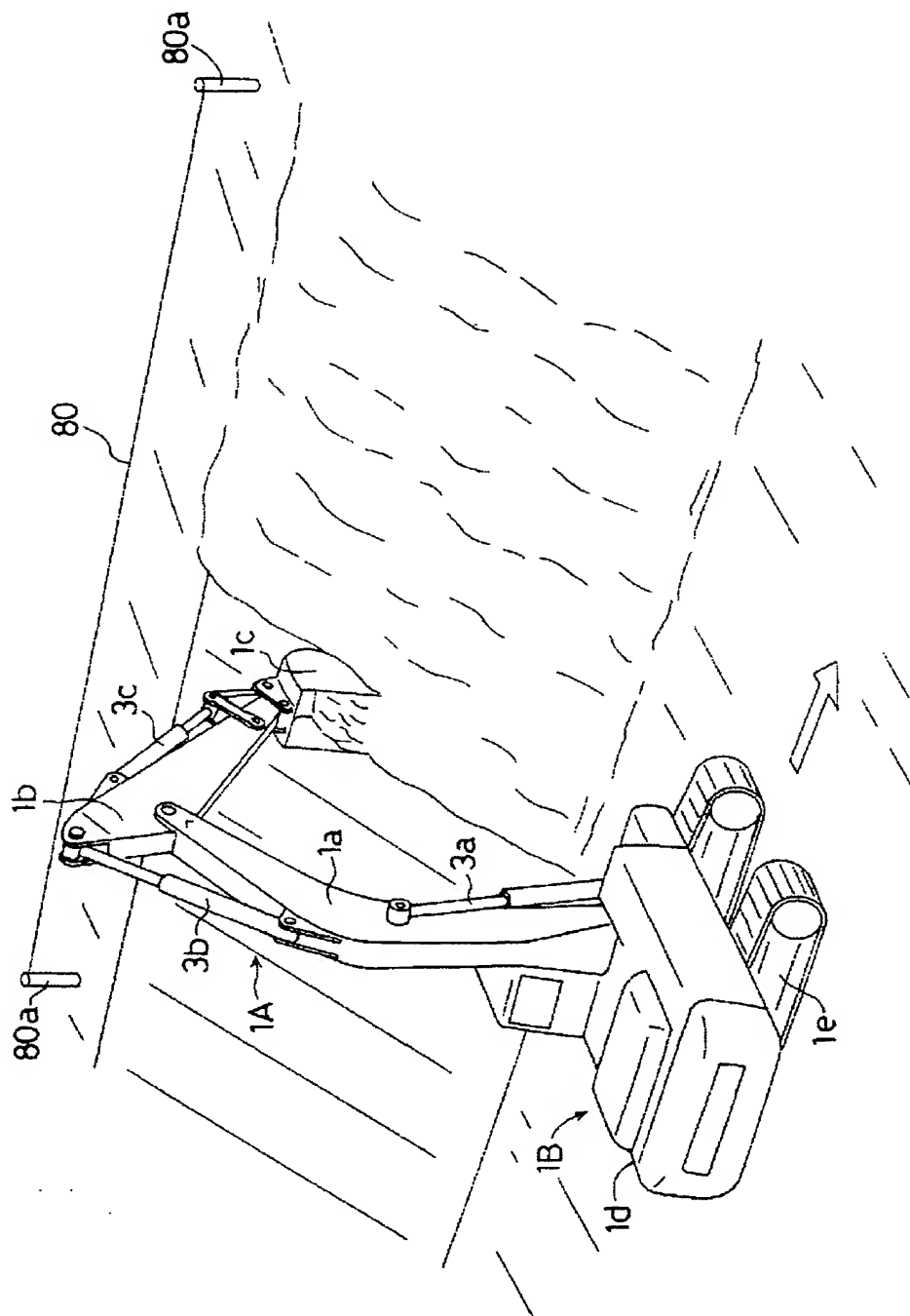


図 5

6/18

図 6



7/18

図 7

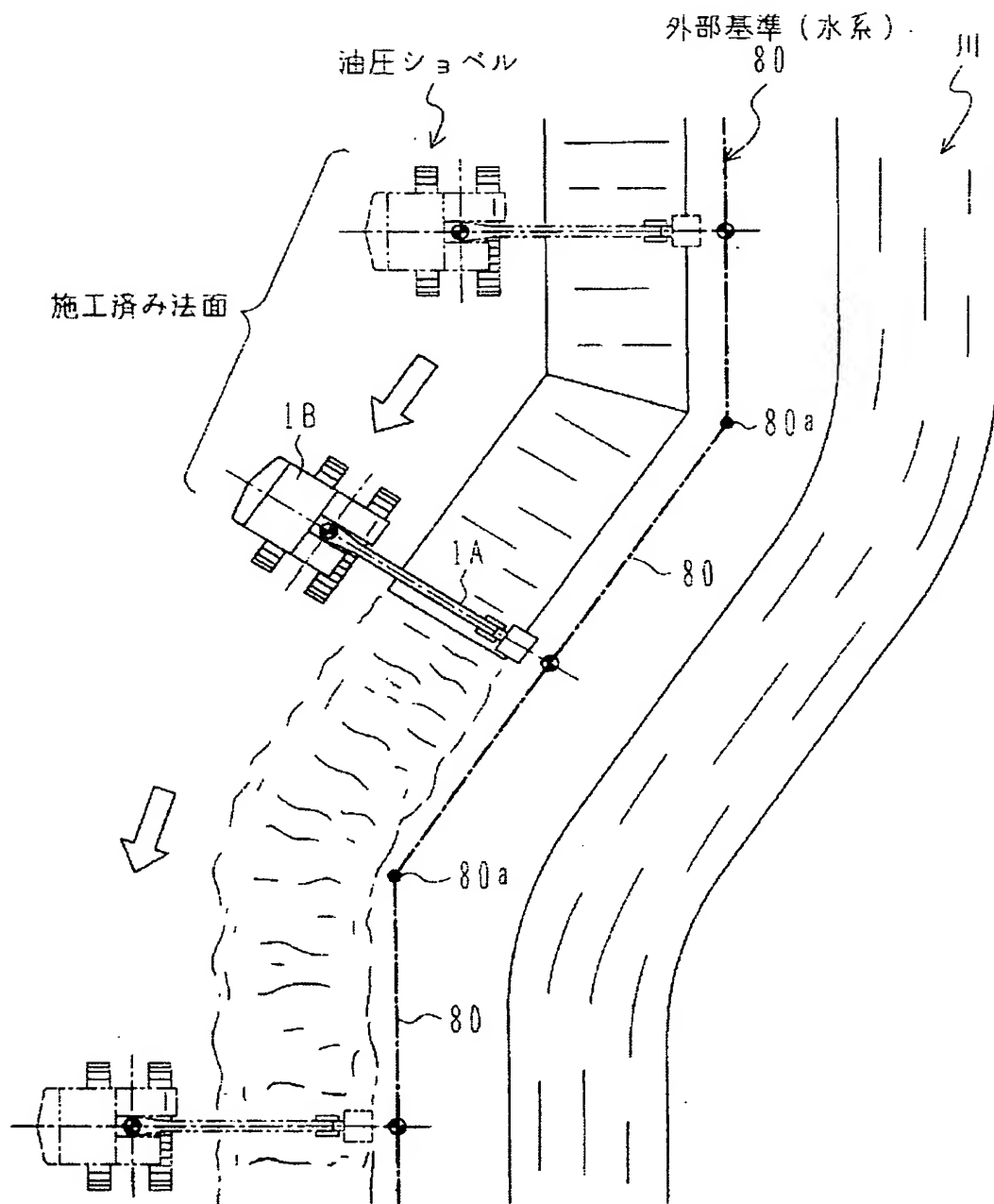
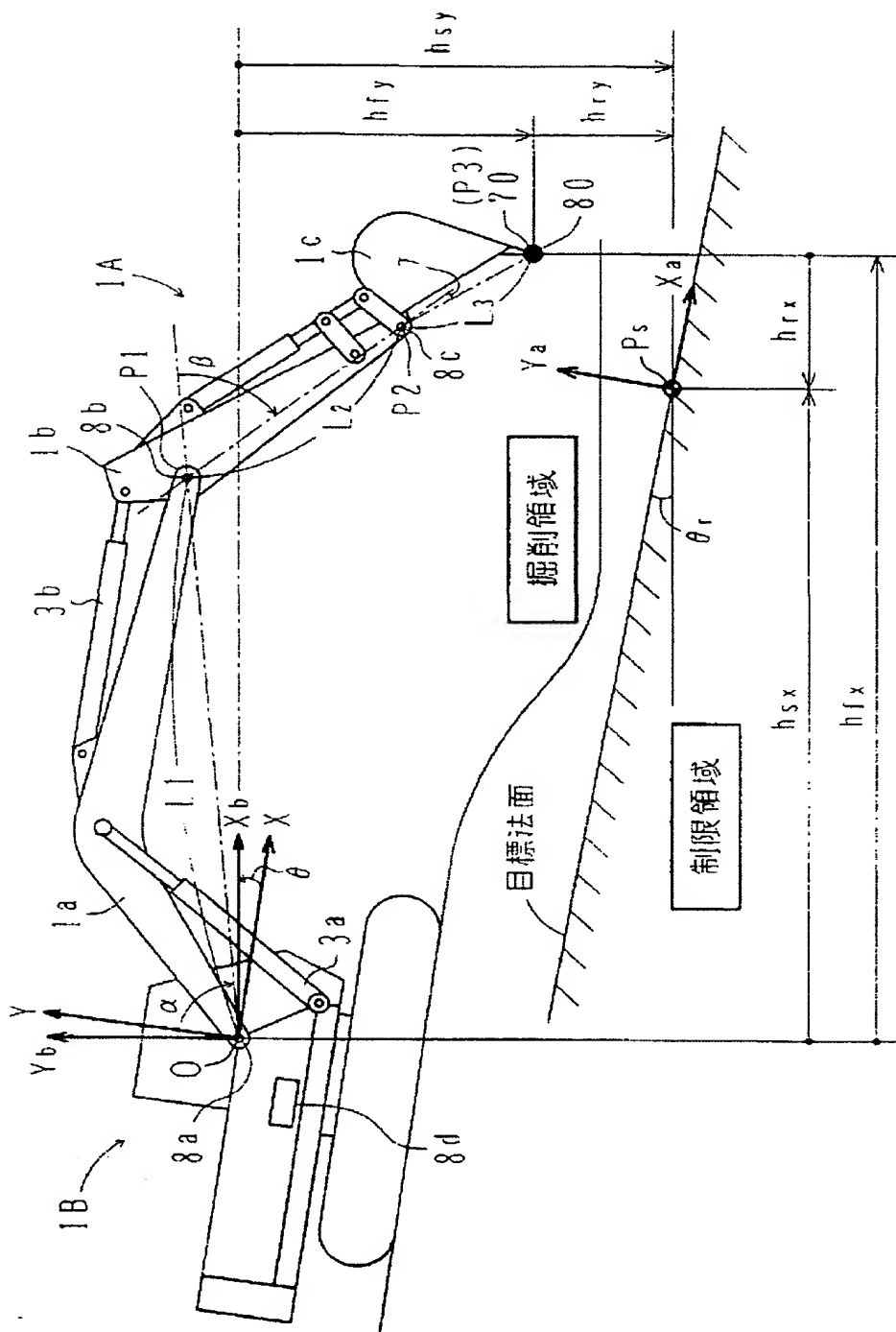
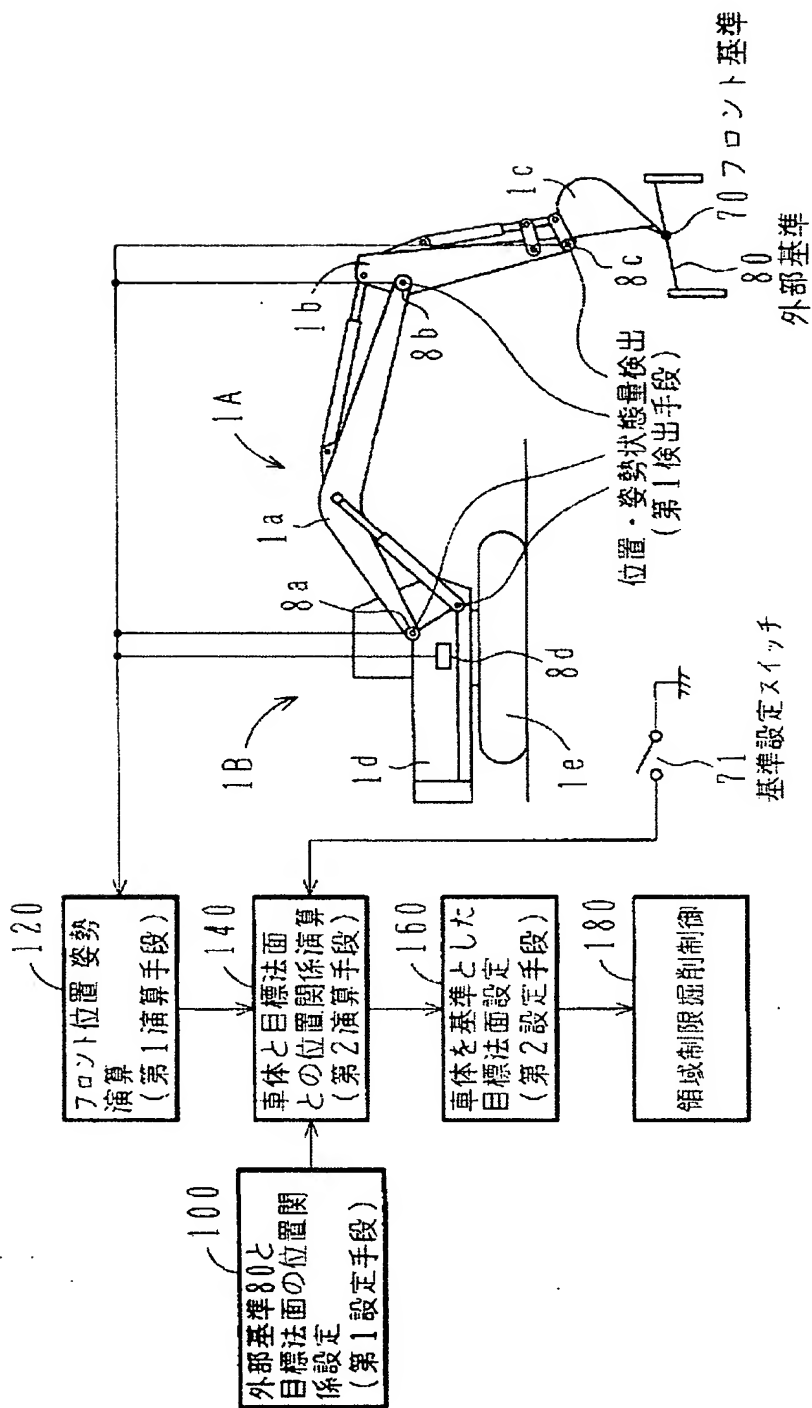


図 8



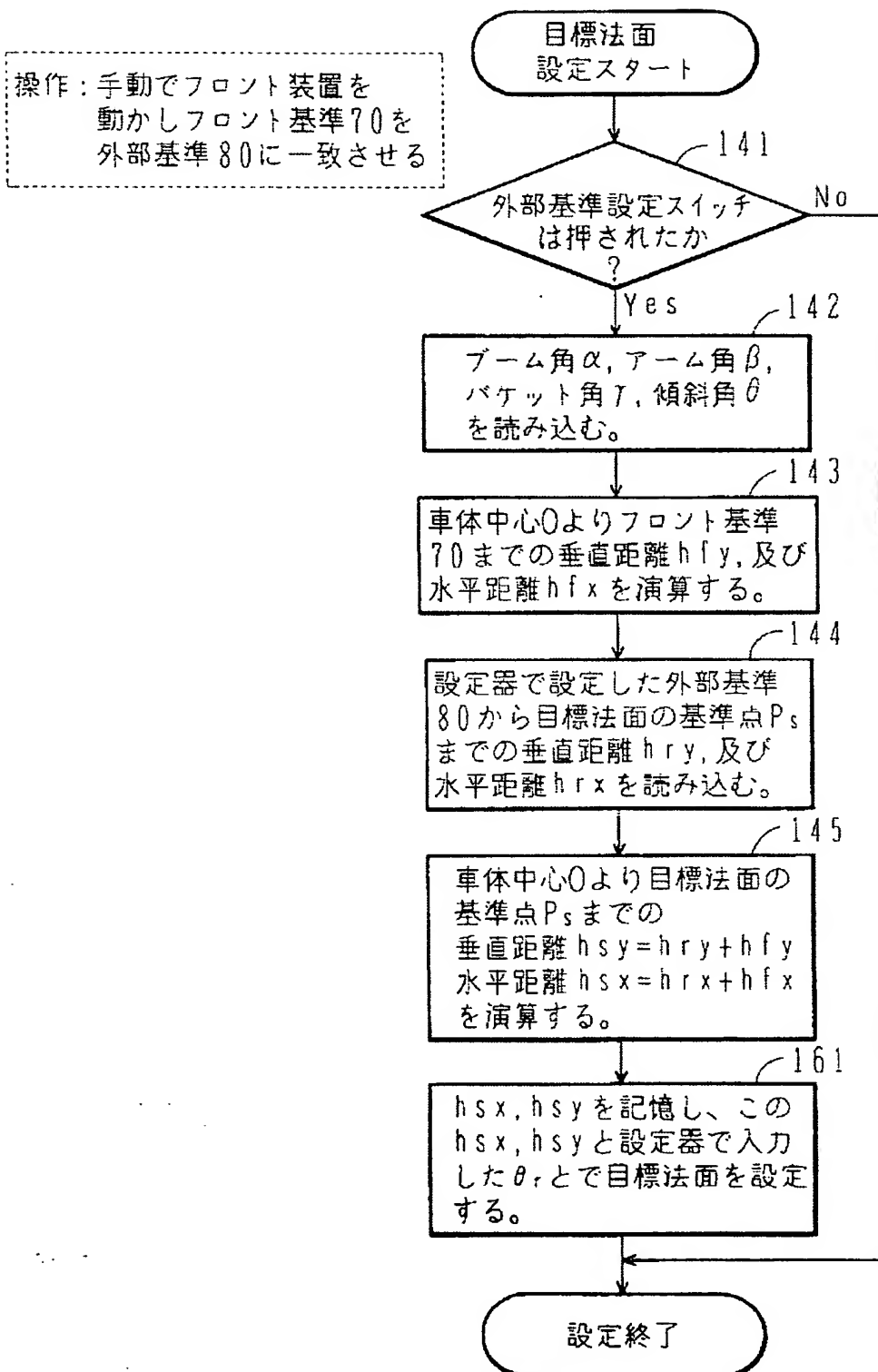
9/18

図9



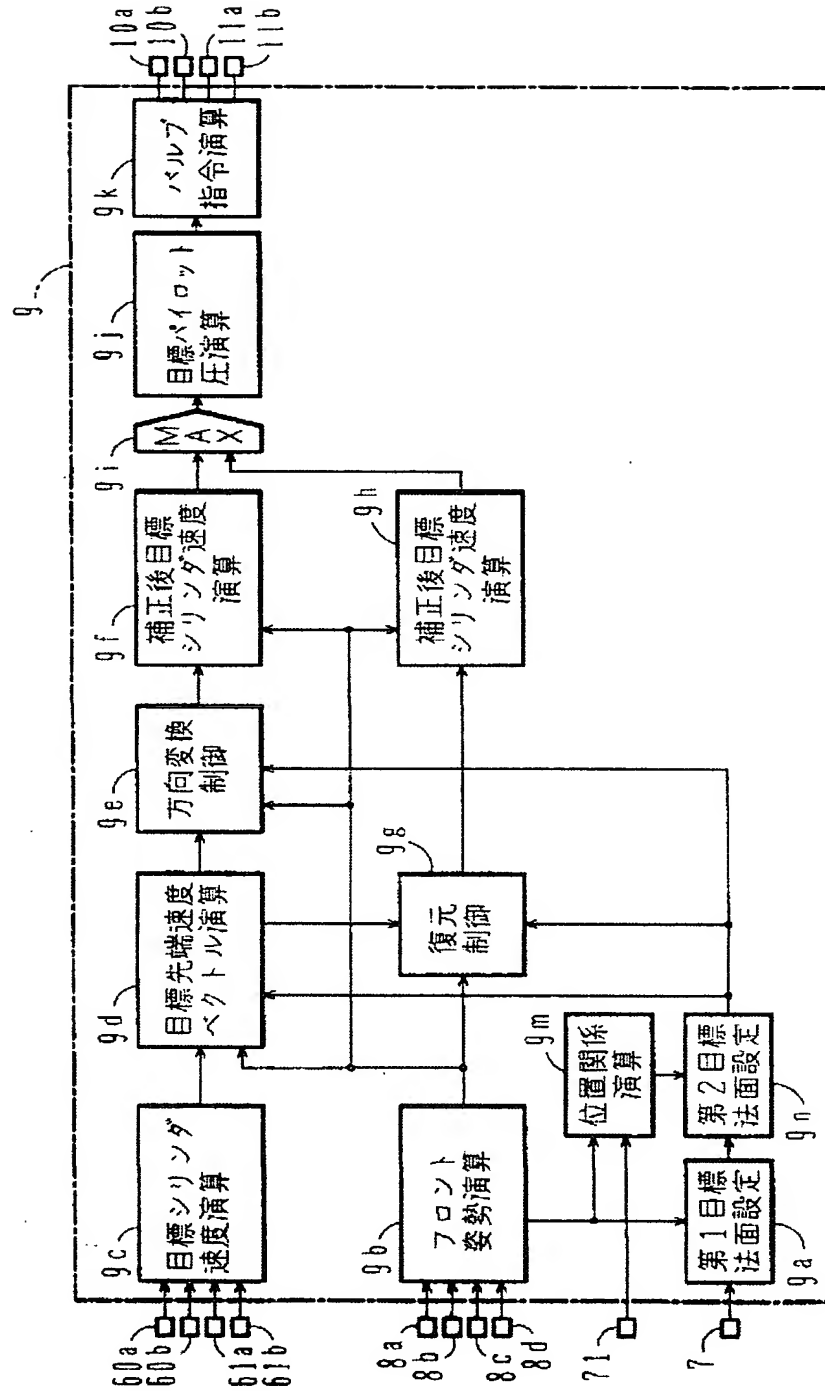
10/18

図 10



11/18

図11



12/18

図12

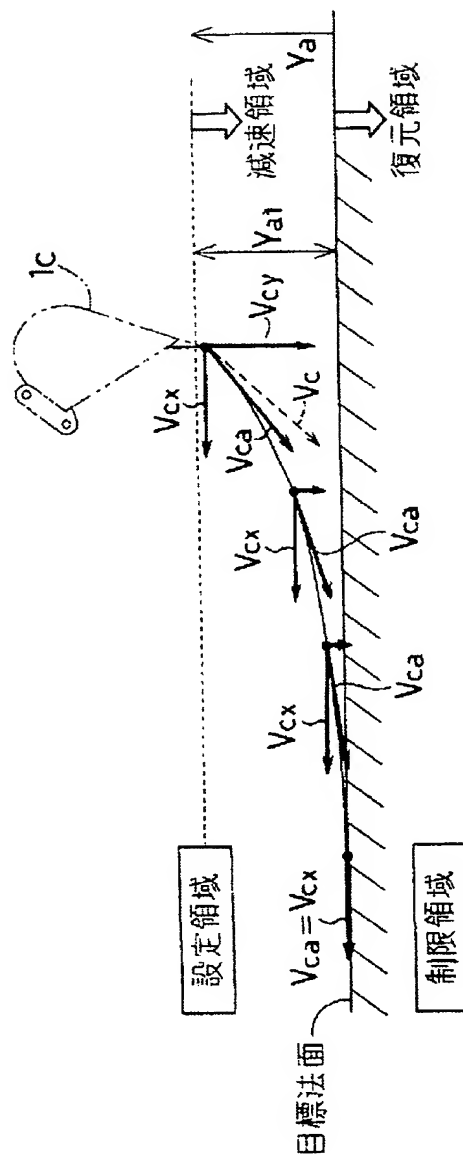
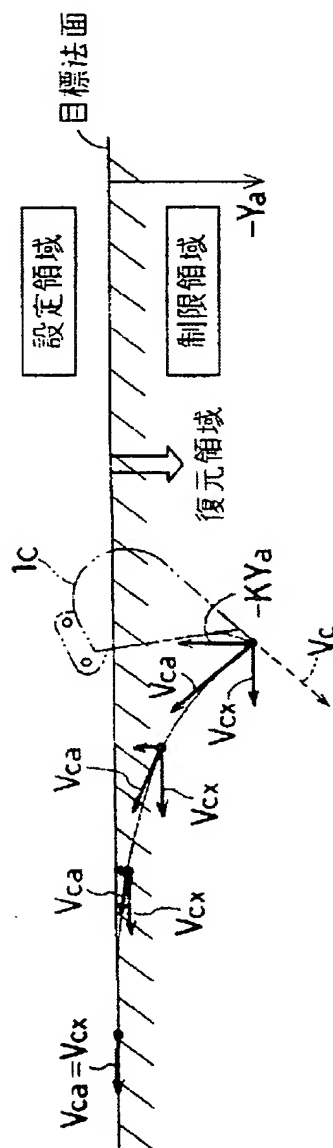


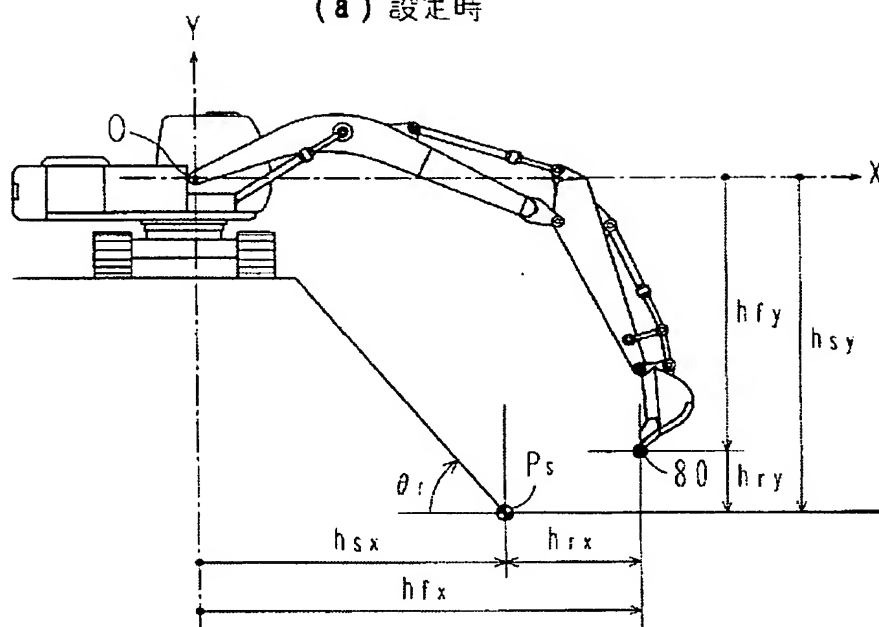
図13



14/18

図 14

(a) 設定時



(b) 移動時

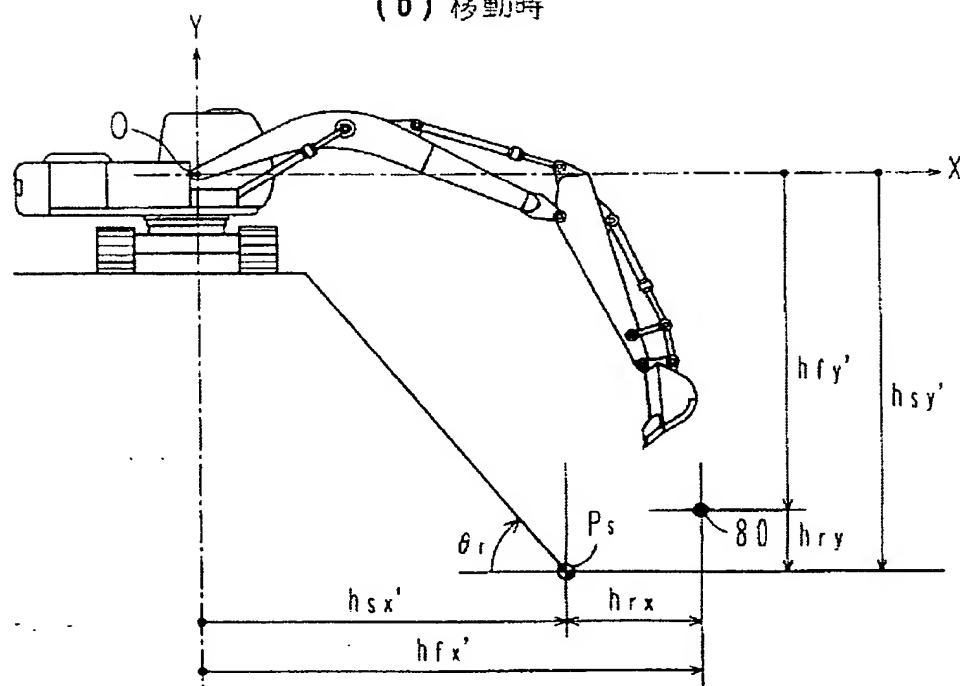
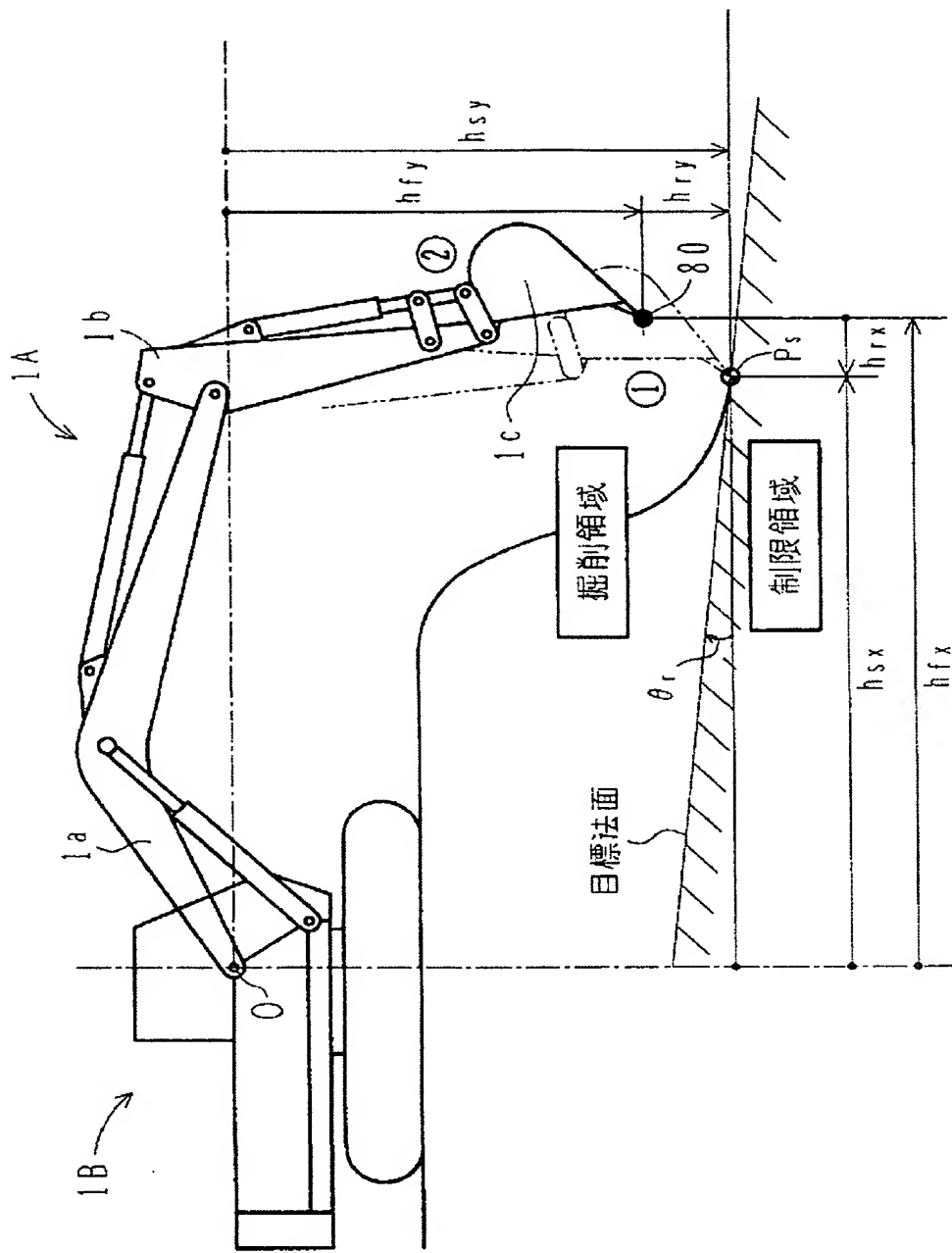
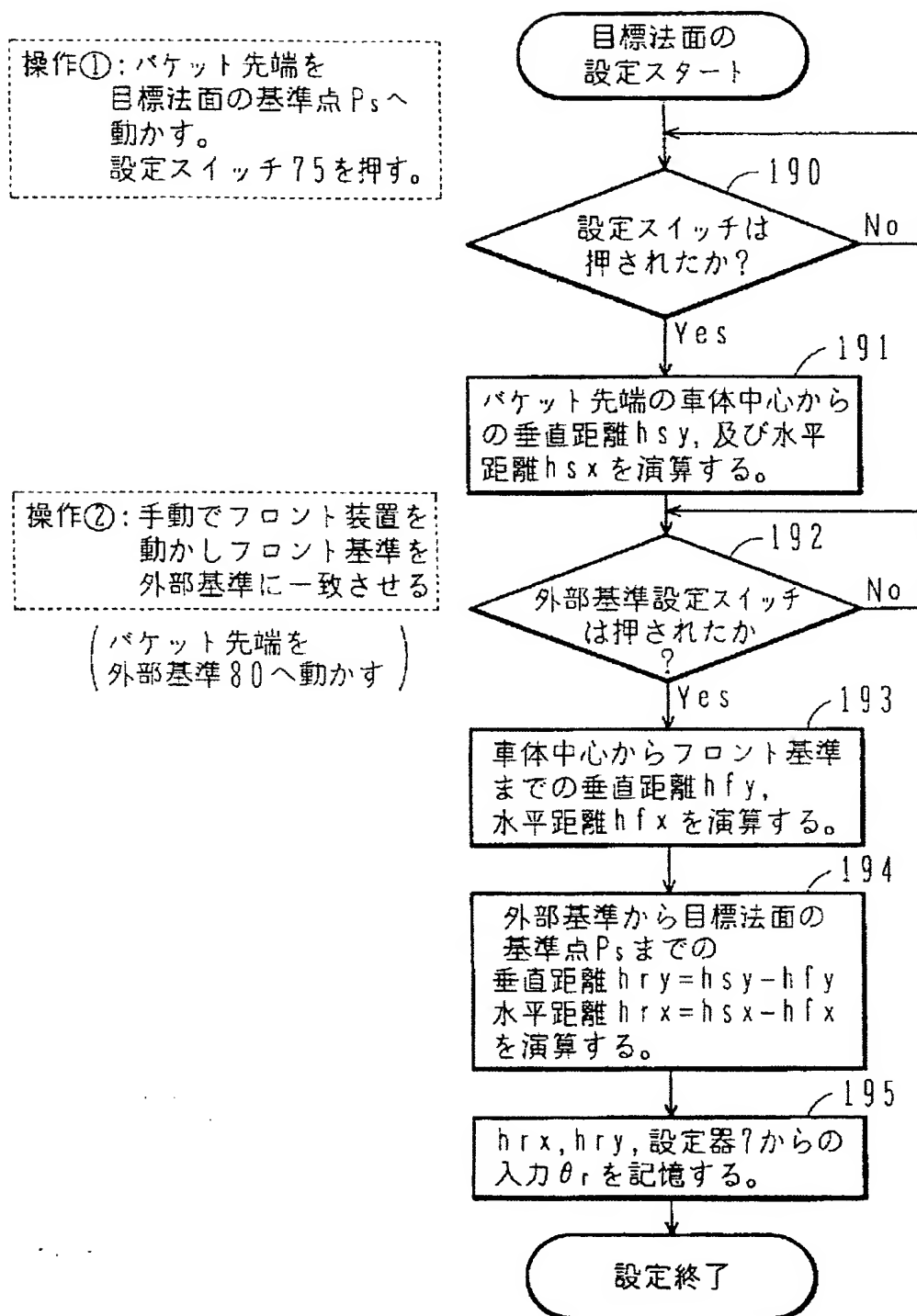


図15



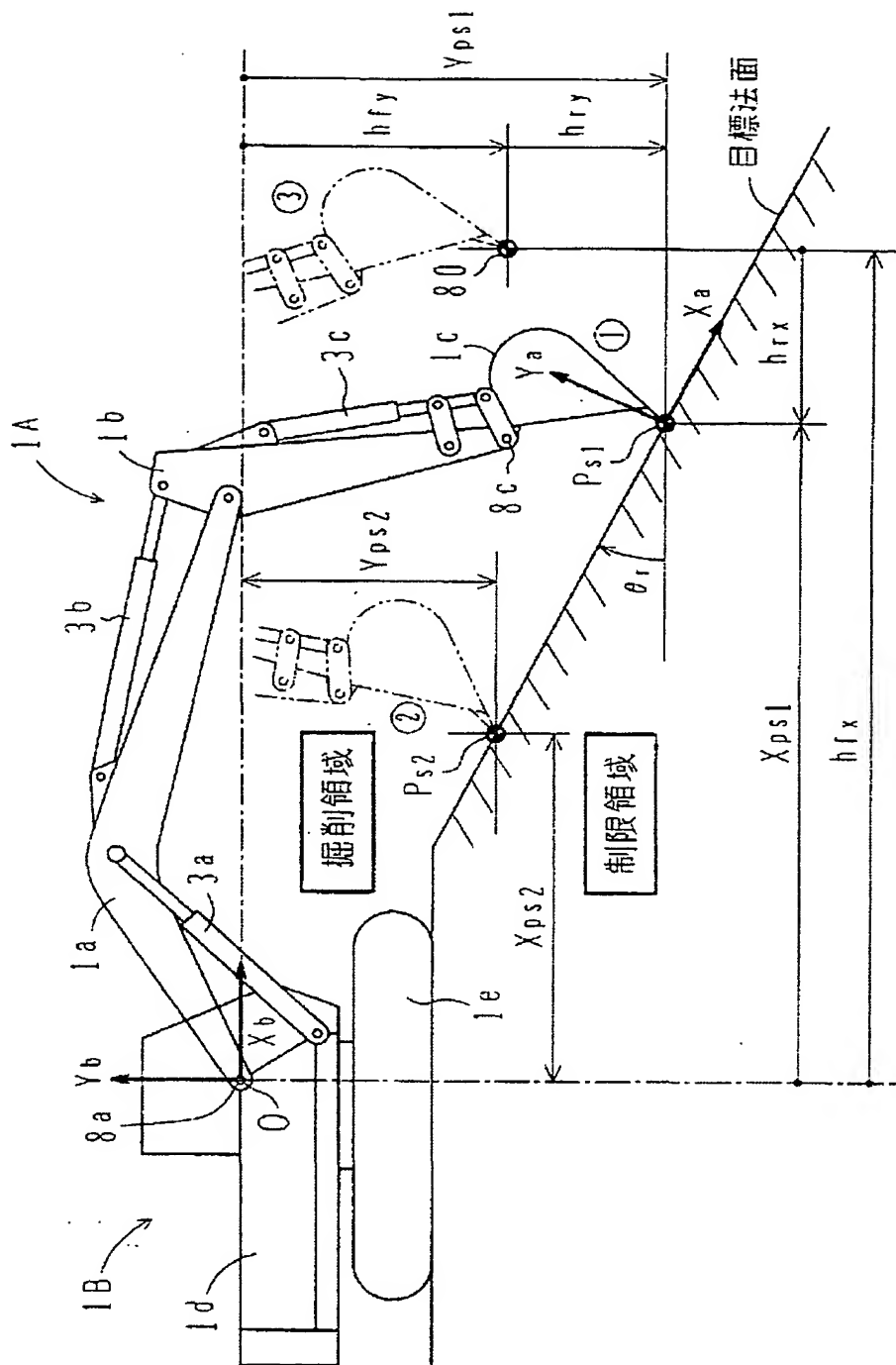
16/18

図 16



17/18

図17



18/18

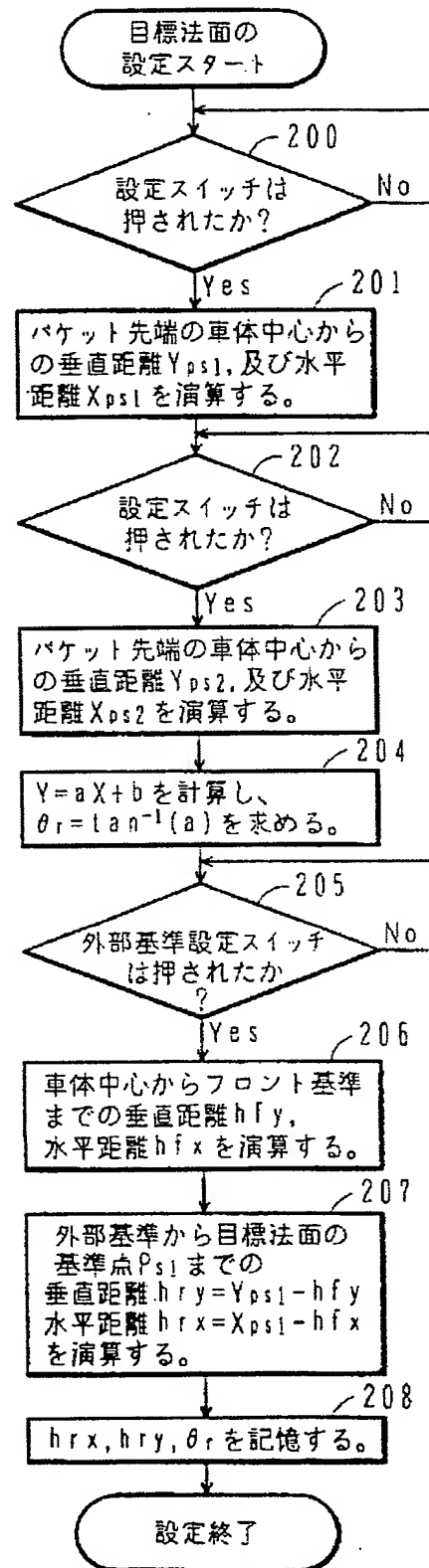
図 18

操作①: バケット先端を
目標法面の基準点 P_{s1} へ
動かす。
設定スイッチ 75 を押す。

操作②: バケット先端を
目標法面の基準点 P_{s2} へ
動かす。
設定スイッチ 75 を押す。

操作③: 手動でフロント装置を
動かしフロント基準を
外部基準に一致させる

(バケット先端を
外部基準 80 へ動かす)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)